nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم

حِينَ التَّرْبِيت

عصبونات «التدليك» تفسر سِرّ شعورنا بالسعادة، حينما يتم التربيت علينا صفحة 71



علم الكواكب
لقد شُوهِدَ وهو يحدث
إن رؤية أجسام غريبة في المجموعة الشمسية هي لحظات مجد نادرة
صفحة 30

حوسبة
رؤية لعلم البيانات
النهج الموحَّد للتعامل مع «البيانات الكبيرة» يفيد جهات التمويل
صفحة 39

الأحياء المجهرية
منتدى: الحياة التي تحت أقدامنا
فهم أفضل للجماعات الميكروبية التي تزخر بها تربة كوكبنا
صفحة 58

ARABICEDITION.NATURE.COM
مارس 2013 / السنة الأولى / العدد 6
ISSN 977-2314-55003


IMPACT
WE'VE GOT SOMETHING TO SHOW YOU.
nature.com/Tapin
nature publishing group npg

nature

مارس 2013 / السنــة الأولـى / العـدد 6

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُنشر مجلة "نيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرَة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتْشَر" هو: 0028-0836/03، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2013. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

الصحة.. المسعى الأبدي للبشرية

حينما أطلقت الأمم المتحدة إعلانها للألفية الجديدة عام 2000، جعلت من الصحة ـ بمفهومها الواسع ـ هدفًا تندرج تحته ثلاثة أهداف فرعية من بين الخمسة عشر هدفًا للألفية، وهي من الهدف الرابع إلى السادس، وتتضمن: تقليل نسب وفيات الأطفال، وتحسين صحة الأمهات، ومكافحة الإيدز والملاريا والأمراض الأخرى، لكن هل تحققت تلك الأهداف بعد مرور 12 عامًا من الإعلان؟

يقول جيمس شيلتون في مقاله المنشور بقسم (رؤى كونية) لهذا الشهر، نقلًا عن مجلة «لانسيت» الطبية في عدد ديسمبر 2012 إن كوكبنا لا يزال يعج بمشاهد الموت والعجز، بدءًا بآلام الظهر، وانتهاءً بالسرطان. وفي رؤيته بهذا المقال يطرح شيلتون أن الحل ـ من وجهة نظره ـ يكمن في تطبيق استراتيجية التغطية الصحية الشاملة، ولكن هل تتقبل دول العالم تطبيق هذه الاستراتيجية، أم يظل الإنسان يعاني إمّا جشعًا في الخدمات الصحية في الدول الغنية، أو شُحًّا فيها بالدول الفقيرة؟ وهل تكفي تلك الاستراتيجية لحل مشكلات الإنسان الصحية؟

في هذا العدد من مجلة «*Nature* الطبعة العربية» نجد العديد من الموضوعات المتعلقة بالصحة، التي تكشف عن مساعٍ حثيثة لحل المشكلات الصحية في العالم، ومعوقات تقف في طريقها، فمؤسسات الأبحاث الطبية في الولايات المتحدة تواجه تخفيضات في ميزانياتها، كما ينبئنا المقال المعنون بـ«مدينة طبية جامعية تستعد للأوقات العجاف»، الذي يشير إلى ما تواجهه المعاهد الطبية القومية الأمريكية عامةً، والمعهد الطبي المقام بـ«ميشن باي» في سان فرانسيسكو بصفة خاصة من تخفيض في الميزانيات، كأحد نواتج الأزمة المالية التي حدثت في عام 2008، ولا تزال أمريكا تعاني منها.

وبينما يبلغنا الحوار المنشور في المنتدى المعنون بـ«انتشار الورم جيئة وذهابًا» بمحاولات العلماء لفهم دور التحولات الخلوية بين الحالتين الظهارية والمتوسطة في آليات انتشار الأورام السرطانية، حيث ما زال انتشار الخلايا من الموقع الأساس للأورام الصلبة إلى مواقع بعيدة هو السبب الرئيس للمرض والوفاة المرتبطة بهذه السرطانات. وإذا كنا لا نزال نفهم آليات الانتشار، فإننا لا نزال كذلك نتخبط في استراتيجيات العلاج ما بين العلاج الجراحي اللازم، والعلاجات الإشعاعية والكيماوية، التي بقدر ما تنجح.. بقدر ما تدمِّر.

أما علاج الملاريا «آرتيميسينين»، المنتَج حديثًا من الخميرة باستخدام تقنية البيولوجيا التخليقية؛ لتفادي إخفاقات العلاجات السابقة وتسببها في مقاومة طفيل الملاريا، فإن المقال المنشور في هذا العدد ـ الذي يحمل عنوان «دواء الملاريا المنتج من الخميرة يتسبب في هياج السوق» ـ يتحدث عما يتعرض له مشروع إنتاجه هو الآخر من خطر التوقف، نتيجة تقليص التمويل، حتى من قبل أن يتقبله السوق، أو يتشبع به، مما يجعل خطر المرض الذي يعاني منه 200 مليون إنسان في العالم جاثمًا على صدر البشرية، دون حل جذري.

وبينما يقوم العالم بهذه المساعي، ويواجه تلك المشكلات، فإن أوروبا تأمل ـ وتراهن على الأمل ـ في مشروعها الذي يتناوله الموضوع المعنون بـ«أوروبا تراهن على اكتشاف الدواء»؛ أملًا في أن يعود ضجيج العمل بالاكتشافات الدوائية؛ ليملأ مواقع اكتشاف الدواء في أوروبا، وذلك من خلال كونسورتيوم من القطاع العام والقطاع الخاص، يراهن بمبلغ 200 مليون يورو تقريبًا (ما يوازي 271 مليون دولار) على أنه سيستطيع إنعاش قطاع متدهور في مجال صناعة الأدوية، من خلال الدمج بين الإبداع الأكاديمي، وبين التجارب والاختبارات التي تتم على نطاق صناعي واسع، عن طريق استخدام الروبوتات (الميكنة الآلية)؛ لاختبار الفعالية البيولوجية للمواد الكيميائية.

وفي السياق نفسه يتناول موضوع «إجراء تجربة» بقسم «مهن علمية» الصعوبات التي تواجه الباحثين الجدد في إجراء التجارب الإكلينيكية التي تتعلق بسلامة دواء ما، وكفاءته، أو تحليل من التحاليل التشخيصية، أو اختبار وتقييم جهاز من الأجهزة، أو بروتوكول من البروتوكولات العلاجية. ويقدم المقال النصائح المهنية لهؤلاء الباحثين؛ كي يستطيعوا إجراء تجاربهم بنجاح، بعد التغلب على المشكلات وتجاوز العقبات.

وبالرغم من كل تلك الجهود.. ما زال هدف تحقيق الصحة لجميع البشر ـ على اختلاف مستوياتهم الاجتماعية والاقتصادية، من خلال الإصحاح البيئي، ومن خلال الطعام النظيف، والدواء الرخيص، والوقاية من الأمراض، وعلاج المنتشر منها، وما يستلزمه ذلك من مؤسسات وموارد بشرية ومادية ومن أبحاث علمية وتطبيقات إكلينيكية تتيح حبة الدواء، واللقاح الواقي، وسرير العلاج، ومبضع الجراح، وفوق ذلك كله.. العِلْم الذي يوصِّلنا إلى الاستراتيجية الوقائية والعلاجية المناسبة واللازمة للقضاء على أمراض البشرية ـ هو المسعى الأسمى لإسعاد البشرية.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

مارس 2013 / السنة الأولى / العدد 6

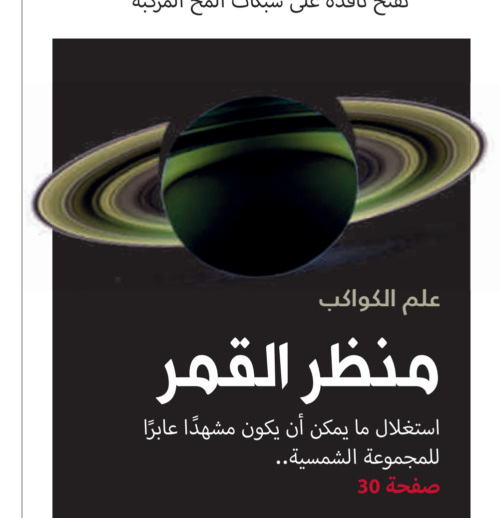
هــذا الـشــهـــر

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضــوء





علم الكواكب
منظر القمر
استغلال ما يمكن أن يكون مشهدًا عابرًا للمجموعة الشمسية..
صفحة 30

تعليقات



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

مارس 2013 / السنة الأولى / العدد 6

أبحـــاث



وقود حيوي

إنتاج الوقود الحيوي من الهوامش

الوقود المُصنَّع من النباتات العشبية البرية يحقق الهدف الإنتاجي للولايات المتحدة . صفحة 61



على الغلاف

جِينَ التَّرْبِيت

التجارب على الفئران تكشف أن العصبونات الحسِّية في الجلد المشعر، المعبرة عن مستقبلات بروتين ج المقترن MRGPRB4، تستجيب بشكل خاص للتربيت. إنّ عصبونات التدليك هذه تشبه عصبونات الطرفيات الحسِّية من نوع سي الحركية-حسية غير المغطاة بالمايلين، الموجودة في جلد البشر والثدييات الأخرى. صفحة 71

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر

مقالات

رؤيـة كونيـة العالم الفقير يحتاج إلى ما هو أكثر من الحلول الصحية البسيطة **ص. 10**

سلوك الحيوان خنافس الروث تهتدي بضوء نجوم درب التبانة **ص. 13**

البيئة تقتل القطط الأليفة طيورًا وثدييات أكثر مما يُعتقد، مما يجعلها العدو الأول للحياة البرية **ص. 14**

منطقــة مجهـولة

تبذل اليابان جهودا متأخرة لوضع لوائح وتشريعات تنظم العلاج بالخلايا الجذعية. وتبرز الحاجة لصياغة إطار قانوني محدد جيدا لحماية المرضى.

يتوافد السياح على اليابان بالملايين في كل عام طلبا للاستمتاع بما تزخر به من موروث ثقافي وتاريخي غني، إلا أن عددا من هؤلاء تتخذ زيارتهم منحى آخر، بحثا عن نوع مختلف من الجاذبية اليابانية، ألا وهو العلاج التجريبي بالخلايا الجذعية. ففي نهاية ديسمبر نقلت جريدة *The Mainichi* اليابانية أن عيادة طبية بضاحية هاكاتا بمدينة فوكوكا، جنوب غرب اليابان، والتي ترتبط بعلاقات وثيقة بشركة RNL Bio للتكنولوجيا الحيوية بالعاصمة الكورية الجنوبية سيول، تضطلع بمهمة علاج ما يقرب من خمسمائة مريض كوري شهريا بالخلايا الجذعية. وفي السياق ذاته يشير تقرير آخر أوردته صحيفة *Asahi Shimbun* إلى وجود ما يربو على عشرين عيادة تقوم بالترويج والدعايا لعلاجات بالخلايا الجذعية لم يتيقّن بعد من صحتها.

تعاني بعض الدول التي تنتشر فيها سياحة الخلايا الجذعية من عدم وجود أنظمة رقابية ناضجة، وتضم هذه القائمة دولا عديدة كالصين وكوستاريكا وأوكرانيا؛ وهنا يبرز السؤال: لماذا اليابان تحديدا؟

بداية، لا تتسم اللوائح والنظم الحاكمة للعلاج بالخلايا الجذعية باليابان بعدم النضج التنظيمي فحسب، وإنما بالأحرى، بعدم الوجود من الأساس. ولا يتوقف الأمر عند هذا الحد، وإنما يضاف إليه السمعة الحميدة التي تتمتع بها البلاد فيما يتعلق بأمور النظافة والدقة، فضلا عن مكانتها المرموقة في إعطاء غطاء من الشرعية لأي نوع من أنواع العلاجات التي لم يُتيقن بعد من صحتها. ما حدا بإحدى المقالات بصحيفة *Mainichi Shimbun* إلى وصف اليابان باعتبارها «فردوس العلاج المبكر». وبرغم التثاقل الواضح والتباطؤ الشديد في استجابة وزارة الصحة اليابانية، إلا أنها قد شرعت حاليا في اتخاذ بعض الإجراءات على هذا الصعيد.

فقد قامت إحدى اللجان الفرعية التابعة لوزارة الصحة في أول شهر فبراير الماضي بإرسال أفكارها الأولية عبر الإنترنت بشأن قانون جديد للرقابة على الإستخدام الإكلينيكي للخلايا الجذعية؛ ومن المقرر أن يكون قد انتهى الإعداد للنسخة النهائية لهذا القانون خلال شهر فبراير قبل عرضها على البرلمان الياباني في جلسته القادمة. وعلى الرغم من أن تفاصيل هذا القانون لا تزال يكتنفها قدر غير قليل من الغموض، إلا أن الوثيقة تتضمن العديد من المقترحات الهامة، من ذلك على سبيل المثال: ضرورة الموافقة على العلاج بالخلايا الجذعية من خلال اختبارات وتجارب إكلينيكية، وأن تتم عمليات العلاج في أماكن مسجلة ومعتمدة، فضلا عن ضرورة قيام المموّلين بتقديم وسائل مختلفة لتعويض المرضى حال وقوع أي أخطاء أثناء عمليات العلاج.

لا شك أن هذه التوجه على طريق اعتماد لوائح وقوانين محددة ومنظمة، مقارنة بما كانت عليه البلاد من ميل نحو المبادئ الإرشادية والتوجيهات الفضفاضة، وربما المائعة، تمثل تحولا إيجابيا وخطوة تستحق الإشادة والاحتفاء. إن هذا التوجه الجديد سوف يمثل بلا شك عونا حقيقيا للمسئولين بالحكومة المحلية، مثل مسئولي حكومة فوكوكا الذين، بحسب ما أفادت به بعض التقارير، كان يواجهون إشكالات كبيرة بشأن سياحة الخلايا الجذعية بالمدينة.

تكمن الإشكالية في أن اللوائح ستطبق غالبًا على واحد فقط من ثلاث أصناف من العلاجات بالخلايا الجذعية، والذي يُعد الأكثر خطورة على الإطلاق، بما في ذلك تلك الإجراءات التي تقوم على الخلايا الجذعية الجنينية أو الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات، وكلاهما ينضوي على مجازفات مجهولة العواقب.

أما النوعين الآخرين فلم تتم الأفكار الأولية عن تعريف دقيق بهما، ولكنهما في الأغلب يتضمنان علاجات آمنة ومقبولة بوجه عام، إضافة إلى تلك العلاجات التي تنضوي على مخاطرة يمكن التنبؤ بها ومعرفة حدودها. وبحسب أحد الناطقين باسم الحكومة اليابانية، فإن العيادات الطبية التي استخدمت هذين الصنفين الآخرين سوف تكون بحاجة فقط إلى الحصول على موافقة لجنة المراجعة المحلية لتقوم بعد ذلك بإشعار الحكومة عن بدء ناشطها الاقتصادي في العلاج بالخلايا الجذعية. جدير بالذكر أن الحكومة لن تقوم بدور رقابي حثيث وموسع على هذه العيادات؛ كذلك فإن نوعية العلاج بالخلايا الجذعية التي تقدمها شركة RNL Bio- والتي يتم فيها استخلاص الخلايا الجذعية من النسيج الدهني ليتم بعد ذلك مضاعفة أعدادها بالمختبرات- سوف تقع فيما يبدو ضمن أحد هذه الفئات ذات اللوائح الفضفاضة. وهنا يبرز تساؤل هام بشأن الرادع الذي يمكن أن يمنع شركة RNL Bio، وغيرها من الشركات، من استغلال هذه الحالة من السيولة في اللوائح والنظم اليابانية إلى الحد الذي قد يضر بالمرضى.

إن عملية الرقابة الذاتية من قبل العيادات قد تم عرضها باعتبارها أحد الإشكالات الملحة في شأن ممارسة العلاج بالخلايا الجذعية. وإذا كانت الولايات المتحدة تمتلك منظومة لائحية صارمة، إلا أنها بكل الأحوال لا تقدم النموذج الأمثل للرقابة على هذا المشروع الاقتصادي الوليد؛ فقد قدمت ولاية تكساس مؤخرا عدد من التقعيدات واللوائح التي فتحت أبواب هذا النوع من الصناعة على مصاريعها للشركات القادرة على اجتياز عمليات الفحص من قبل لجان المراجعة المحلية لتجد في النهاية أن اللجنة التي اعتمدت أكبر شركات العلاج بالخلايا الجذعية قد فشلت في آداء الواجب المنوط بها، حيث قامت إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية أخيرا بالالتفاف على اتخاذ أي إجراءات صارمة.

«إن عملية الرقابة الذاتية من قبل العيادات قد تم عرضها باعتبارها أحد الإشكالات الملحة في شأن ممارسة العلاج بالخلايا الجذعية»

إن المشرعين بكل مكان بالعالم يضطلعون بلا شك بمهمة صعبة، ولكن يبقى أن المرضى اليائسين والمتطلعين لأي بادرة لتجريب علاج جديد قد يفيد في حالاتهم يشعرون بحرمانهم من هذا الحق الأصيل. في الوقت نفسه، فإن عددا من الشركات تشكو- مع بعض التبرير- من أن الإسراف في إثقال كاهلها بالتشريعات المرهقة واللوائح الصارمة من شأنه أن يبدد كافة عمليات تطوير العلاجات الواعدة. على اليابان إذا أن تعي جيدا الدرس الأمريكي وكافة الدروس بكافة الأنحاء، وأن تحذر كل الحذر من الوقوع في الثغرات التي يمكن أن تعاني منها القوانين، التي من شأنها أن تسمح بعلاجات لم يُتيقن بعد من صحتها بأن تغشى الأسواق وتعرض حياة المرضى للخطر. ■

دعامات العلم

مع ما تعانيه المؤسسة الملكية من مشكلات، لا بد من تطوير المشهد العلمي الشعبي ببريطانيا.

يحتل المعهد الملكي في بريطانيا العظمى بنايةً كبيرة في مايفير بلندن منذ عام 1799، وهو محاط اليوم بالمتاجر الفاخرة والمعارض الفنية الخاصة. كان لهذا المبنى دور محوري في العلوم البريطانية لعدة أعوام. كما أنه المبنى الذي أبهر فيه مايكل فاراداي جمهوره في القرن التاسع عشر بعروضه الرائعة في مجال الكيمياء.

وقد تسببت صحيفة «التايمز» في قلق ببريطانيا والخارج عندما ذكرت أن المعهد الملكي ـ الذي يقع في 21 شارع ألبيمارل ـ تم عرضه للبيع.. لكن الخبر لم يكن مفاجئًا، فالمعهد ظل لأعوام على وشك الإفلاس، مثقلاً بالتكاليف المترتبة على القرار الخاطئ بتجديده، التي بلغت 22 مليون جنيه استرليني (35 مليون دولار).

في منتصف شهر يناير الماضي، قال ريتشارد سكايز ـ الرئيس الحالي للمعهد الملكي ـ إنه كان هناك احتمال لإعادة هيكلة تلك المؤسسة الخيرية، إلا أن إدارة هذا المعهد - الذي تشمل ممتلكاته مجموعة متميزة من المعدات والوثائق العلمية التاريخية - تصمِّم على استكمال مهمة المعهد في تعليم العامة وتثقيفهم بالعلوم، وعلى أن المعهد لن يتم إغلاقه.

وفي أمور عديدة، يُعتبَر المعهد الملكي ضحيةً للاتجاه الذي تبنّاه.. فعندما تم تأسيس هذه المؤسسة الخيرية في عام 1799، كانت العلوم ـ في حد ذاتها ـ في أوروبا شيئًا مستحدَثًا، وكان النشاط الذي يُعرف الآن بـ(التوعية بالعلوم) أكثر قوة آنذاك. وكان شارع ألبيمارل - ذو الاتجاه الواحد- الشارع اللندني الأول في التعامل مع الحشود التي كانت تَفِدُ إلى هناك. والآن، تقوم كل الجامعات تقريبًا بتشجيع أكاديميِّيها على طرح أبحاثهم على الناس، وأصبح التواصل العلمي ـ في حد ذاته ـ مهنةً.

وربما كان الأهم من ذلك.. أن الناس الذين يَوَدُّون الاطلاع على موضوع ما، لم يعد من الضروري أن يجلسوا على مقاعد غير مريحة للاستماع إلى محاضرة تلقيها شخصية بارزة. وفي الوقت الذي أصر فيه المعهد الملكي على تَبَنِّي هذا النمط الرسمي، مضى باقي العالم في ركب التطور. وصارت مسارات المعرفة متاحة عبر شبكة الإنترنت، ووسائل الإعلام، وليست غرف الاجتماعات العامة الأنيقة. وبينما يدافع المعهد عن نفسه بأنه بذل بعض المحاولات ليحدِّث من نفسه، إلا أنه ما زال معروفًا عند الكثيرين بأن المكان الذي به قاعة المحاضرات العتيقة الشهيرة (شديدة الانحدار).

لحسن الحظ، ما زال هناك سوق لطرح الأحداث العلمية.. فالناس يَفِدُون في أعداد كبيرة إلى الأماكن غير الرسمية وإلى الأماكن التي تقدِّم العِلْمَ بالشكل الترفيهي، الذي كان لفاراداي السبق في ابتكاره. كما انتشرت المقاهي العلمية في عديد من البلدان، بينما يحتشد الآلاف من البشر لحضور مهرجانات العلوم في المملكة المتحدة، وفي أماكن أخرى في أوروبا والولايات المتحدة.

مع الشكوك المثارة حول مستقبل المعهد الملكي، ينبغي على المهتمين بالتواصل العلمي في بريطانيا انتهاز هذه الفرصة؛ لمناقشة كيفية تغيير وضعه. وإذا فشلت تلك الجهود في أنْ تكون ذاتية الدعم، فيجب على أمناء المعهد الملكي عندئذ اختيار مَنْ يفضلونه ليحظى بهذا المعهد المتميز بمجموعة معداته التاريخية وموارده الأخرى.

فيما يلي تقدم «نيتشر» دليلًا مختصرًا، يشمل العَدّائين والفرسان الذين ينبغي على المعهد استبعادهم من السباق، وهم: الجمعية الملكية، والجمعية البريطانية للعلوم، و«صندوق ويلكم» Wellcome Trust. فالجمعية الملكية ليست لديها الروح أو المهارات المؤسسية التي تؤهلها لتحقيق تنمية حقيقية في التواصل العلمي، أو أي أنشطة مرتبطة به. أما الجمعية البريطانية للعلوم، فبالرغم من قيامها بتعيين مدير تنفيذي جديد طموح، إلا أن مجرد الإعداد لاجتماعها السنوي العام وتحويله إلى مناسبة وطنية مؤثرة يشكِّل تحديًا صعبًا بالنسبة لها. وأخيرًا، يُلاحَظ أنّ تركيز «صندوق ويلكم» ـ الذي يُعدّ أحد المؤسسات القوية في مجال التوعية العلمية، على الأقل في لندن ـ مُنْصَبٌ على الطب الحيوي.

مع المنافسة الشديدة التي يلاقيها المعهد الملكي في ظل وجود مجموعة نشيطة من وسائل الإعلام، والمُدَوِّنين، ومستخدمي موقع «تويتر»، وحتى مع تجديد مبانيه الجميلة، فمن المحتمل أن يبدو المعهد الملكي عديم الفائدة. وفي هذه الحالة، فأفضل مرشح يرث تلك التركة هو متحف العلوم، الذي قام بتطوير العروض العلمية وجعلها جذابة، وقام أيضًا بتوفير سبل الاتصال بالإنترنت، إلا أنه لم يقم بدوره بعد كمنتدى للحوار الوطني، بالرغم من سعيه إلى ذلك، ودائمًا ما تشهد مقراته الرئيسة ازدحامًا بالأطفال والكبار، كما تُعدّ زيارته متعةً بالغة. ■

الحذر مطلوب

التجارب التي تزيد من خطورة العوامل المسبِّبة للأمراض القاتلة تتطلب أقصى درجات الدقة.

إنّ التعليق الطوعي للأبحاث الرامية إلى هندسة سلالات من فيروس إنفلونزا الطيور H5N1 قادرة على الانتقال بين الثدييات لمدة عام قد أتى ثماره بالفعل، حيث إن الادعاءات بوجود منافع تعود على الصحة العامة قد خضعت للتدقيق الشامل. وأوضح الباحثون المعنيّون احتياطات السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي التي يتخذونها بشكل أدق. وقد لفت هذا الجدال الانتباه إلى القواعد التي تحكم الأبحاث ذات الاستعمال المزدوج العمل الذي يمكنه أن يجلب منفعةً عامة، لكن من الجائز أيضًا استعماله في أغراض ضارة ـ وكشَفَ أيضًا الفجوات القائمة فيها. كما أسفر هذا الجدال أيضًا عن أشياء عديدة، منها على سبيل المثال وضع مبادئ توجيهية وطنية طال انتظارها في الولايات المتحدة، وجَعْل الجهات المموِّلة في كل مكان أكثر دراية بضرورة الحاجة إلى تقييم المقترحات البحثية المحفوفة بالمخاطر تقييمًا استباقيًّا. وباختصار القول.. إن التعليق الذي أُعلن في الأسبوع الأخير من شهر يناير الماضي رصد تفكيرًا جادًّا في القضايا المعقدة ذات الصلة.

وفي السنة المنقضية، تحوَّل محور تركيز النقاش نوعًا ما من الاهتمام بشأن الإرهاب البيولوجي الذي يصعب على الغرباء تقييمه، نظرًا إلى سِرِّيَّته في اتجاه القضايا المتعلقة بالسلامة البيولوجية. وقد ركز الاهتمام على نحو أعمّ على أفضل طريقة لتنظيم أبحاث «ازدياد الوظائف» gain-of-function research، والعمل الذي يهدف إلى زيادة قابلية انتقال العوامل المسببة للأمراض، أو عوائلها، أو مقدار حدتها. إن الولايات المتحدة هي الجهة المموِّلة الرئيسة لمثل هذه الأبحاث، وما تقرره الولايات المتحدة بالغ الأهمية بالنسبة إلى الفكر الدولي. ويوضّح الإطار المقترح لتقييم أبحاث «ازدياد الوظائف» التي تُجرى على فيروس إنفلونزا الطيور، الذي استعرضته معاهد الصحة الوطنية الأمريكية في اجتماع دولي عُقد في بيثيسدا بولاية ميريلاند في شهر ديسمبر الماضي عديدًا من المعايير التي سوف يكون لزامًا على مثل هذه الأبحاث أنْ تستوفيها قبل أن يتم تمويلها.

ومن الممكن أن ينتقد المرء بعض الجوانب الملتبسة في صياغة هذه المقترحات، لكن بوجه عام ينبغي أن يكون هذا الإطار بمثابة قائمة مرجعية مهمة. تشمل المعايير أسئلة معقولة من قبيل ما إذا كانت هناك نُهُج بديلة أكثر أمنًا يمكنها التعامل مع النقاط العلمية ذاتها. ويتفهّم الباحثون بالفعل الحاجة إلى وجود تنظيمات في مجالات من قبيل رفاهة الحيوان. ويُعدّ وجود مستوى إضافي من المراجعة لأبحاث «ازدياد الوظائف» التي تُجرى على فيروس إنفلونزا الطيور وهو ما سيؤثر على بضعة مشروعات فقط ثمنًا صغيرًا ندفعه من أجل تحسين الثقة الجماهيرية في السلامة والرقابة.

> **«يجب ألا يُنظر إلى رفع التعليق من قِبَل الباحثين على أنه إنهاء للحوار»**

أبدى الباحثون في مجال الإنفلونزا سخاءً في بذل أوقاتهم في المجال البحثي على مدى العام الماضي، حيث انخرطوا في نقاشات عامة، وعبّروا عن آرائهم المتضاربة غالبًا في شروح نُشرت في المجلات العلمية، غير أن التضارب في الآراء بين أنصار هذه الأبحاث ومعارضيها أسفر في أحوال كثيرة عن ترديد وجهات نظر مستحكمة، بدلًا من مناقشات موضوعية. وسواء أكان هذا له ما يبرره، أم لا، يظل هناك تصور بين كثير من النقاد بأنّ الجزء الأكبر من النقاش دار خلف أبواب مغلقة، وهيمن عليه علماء الإنفلونزا، ومموِّلو الأبحاث الذين لديهم مصالح شخصية في المحصِّلة.

ومثلما أشار عديد من النقاد.. فإن تقييمات المخاطر والمنافع النسبية لمثل هذه الأبحاث تظل مقصورة على الحجج النوعية إلى حد كبير. وكان من الممكن أن يساعد التقييم الكمي الشكلي للمخاطر الشائع في صناعة الطاقة النووية والصناعات الأخرى على بلورة المخاطر وقياسها كميًّا، وكان من شأنه أيضًا أن يطوِّر النقاش بشكل أفضل. وبعد مُضِيّ عام كامل، ما زلنا نفتقر إلى تحليل مستقل موثوق به للمخاطر والمنافع المترتبة على مثل هذه الأبحاث، إذ ربما يتم ذلك عن طريق دعوة من هيئة مثل منظمة الصحة العالمية. وفيما يتعلق بتخفيف المخاطر، فإنه من المُرْضِي معرفة أن مبادئ منظمة الصحة العالمية التوجيهية بشأن الأبحاث على فيروس إنفلونزا الطيور القابل للانتقال بين الثدييات التي صدرت في شهر يوليو الماضي تتجاوز مجرد مناقشة المستوى المطلوب من تلوث المنشأة البيولوجية. كما أن هذه المبادئ توصي أيضًا بضرورة امتثال المختبرات التي تقوم بمثل هذا العمل لمعايير إدارة المخاطر الدولية؛ ومن ثم تشجّع ثقافةً، قوامها السلامة في الإجراءات والممارسات كافة.

وتمضي المبادئ التوجيهية لتنص على «التأكيد على ما جاء في النص الأصلي»، وهو: «نظرًا لإمكانية أن تتسبب هذه السلالات المطورة حديثًا والمحورة مختبريًّا من فيروس إنفلونزا الطيور في ظهور وباء، فمن المهم أن تمتنع المنشآت التي لا تستطيع تحديد المخاطر المرتبطة بهذه العوامل والسيطرة عليها كما ينبغي عن العمل بها». وهذه كلمات معقولة، لكن من سوء الحظ أنها تفتقر إلى وسيلة من الوسائل لفرضها.

يجب ألا يُنظر إلى رفع التعليق من قِبَل الباحثين على أنه إنهاء للحوار، حيث تتطلب المخاطر المحتملة لهذا العمل اتخاذ احتياطات استثنائية في أي بحث يُجرى مستقبلًا. ومن الواضح أن التطبيقات العملية المباشرة لأبحاث «ازدياد الوظائف» التي تُجرى على فيروس الإنفلونزا تظل إلى حد كبير نظريةً، وأن قيمتها الحقيقية تكمن في الأبحاث الأساسية طويلة الأمد، الرامية إلى تحسين فهم قابلية انتقال الفيروس، وقدرته على التسبب في المرض. وهذا يحتم على الباحثين والسلطات بدرجة أكبر اتخاذ أقصى درجات الحذر، ومراعاة ضخامة المسؤولية. ■

تغيير نحو الأفضل

يجب على الولايات المتحدة زيادة الإنفاق على الطاقة؛ لتترك بصماتها على المناقشات الدائرة حول قضية المناخ.

أشاد خبراء البيئة بالرئيس الأمريكي باراك أوباما عندما أثار قضية الاحتباس الحراري في خطاب تنصيبه لولايته الثانية في 21 يناير 2013، لكن الحقيقة هي أنه لم يضف جديدًا.

لقد تحدَّث أوباما عن تغيُّر المناخ بشكل بسيط وقصير وغامض، كما ناقش القضية من منظور الواجب الأخلاقي، وأعلن ـ في الوقت ذاته ـ أن الطاقة النظيفة تمثل ساحة معركة مفتوحة للابتكار والتجديد.

لقد كانت رؤيةً عامة لرئيس براجماتي، وهي تُحْسَب له، لكن إذا كان أوباما يريد حقًّا أن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يترك بصمته على المناقشات الدائرة حول قضية المناخ، فسيكون في حاجة إلى الخروج عن المألوف، ووضع الأساس للوصول إلى شيء أكبر.

ومن المرجح أن ينصبّ تركيزه الأساسي على ثلاثة قرارات متعلقة بالطاقة، وخط الأنابيب، وقاعدتين لمحطات الطاقة. ويتعلق القرار الأول بخط أنابيب « كي ستون إكس إل»، الذي يحمل رمل القطران الكندي إلى مصافي ساحل الخليج. ويتعلق القراران الآخران بالأنظمة المناخية التي تركِّز على محطات توليد الطاقة الجديدة والقائمة. وبالإضافة إلى ذلك.. يمكن أن تعمل هاتان القاعدتان على منع بناء أي مصنع تقليدي يعمل بالفحم النباتي في الولايات المتحدة، في حين يعطي دفعة جديدة لتوليد الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي الوفير.

كما توفر هاتان القاعدتان فرصة مبكرة لأوباما؛ لبناء حُسْن النية عبر مختلف ألوان الطيف السياسي. أولًا، يتعين على الإدارة إصدار لوائح قوية بخصوص محطات الطاقة، وإرسال رسالة إلى صناعة الفحم: التنظيف الكامل، أو الزوال. إن كيانات توليد الطاقة سوف تصرخ من مخالفة قواعد اللعبة أو القانون في حينه، ولكن هذه الشركات نفسها ستعمل بالفعل على التقليل من محطات الطاقة القديمة وغير الفعالة ـ التي تعمل بالفحم ـ لصالح محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي. لماذا؟ لأن الغاز الطبيعي زهيد الثمن، ويحترق بشكل أكثر نظافة من الفحم؛ مما يساعد الشركات على الالتزام بلوائح نوعية الهواء على نحو صارم، وبشكل متزايد.

ثانيًا، فيما يتعلق بخط أنابيب «كي ستون»، يتعين على الإدارة التقليل من حدة الانتقادات الموجَّهة ضد المشروع؛ لضمان تلبية المعايير البيئية، والموافقة عليها. ومثلما اقترحت «نيتشر» من قبل (انظر نيتشر **477**، 249؛ 2011)، لن تعمل خطوط الأنابيب على تحديد ما إذا كان رمل القطران الكندي متطورًا، أم لا. وبشكل أوسع ـ وأكثر أهمية ـ سيقوم التحول في سياسة الطاقة بذلك. والنفط المنتَج من رمل القطران الكندي ليس ملوثًا من المنظور المناخي، كما يعتقد الكثيرون (بعض النفط الذي يتم إنتاجه في ولاية كاليفورنيا، دون علم مناصري حماية البيئة، أسوأ من رمل القطران الكندي). إن تطوير رمل القطران يثير قضايا خطيرة متعلقة بنوعية الهواء والمياه في كندا، ولكن هذه المشاكل تأتي خارج اختصاص أوباما تمامًا.

«قد يؤدي خفض تكلفة الطاقة منخفضة الكربون إلى فتح مجالات لحلول سياسية في المستقبل»

يمكن لأوباما ـ من خلال الموافقة على «كي ستون» ـ تعزيز مصداقيته داخل قطاع الصناعة وبين المحافظين. ويمكن للرئيس أيضًا الاستفادة من الارتفاع في إنتاج النفط والغاز المحليين؛ لنزع فتيل المخاوف بشأن أمن الطاقة. أمّا حقيقة أن الانبعاثات تنخفض في الولايات المتحدة على ما يبدو، وذلك بفضل الأزمة الاقتصادية والتحول المستمر من استخدام الفحم إلى الغاز في توليد الكهرباء، فضلًا عن سياسات الدولة والسياسات الفيدرالية، فقد حققتْ ما يصبو إليه الرئيس، دون قصد منه. وكل هذا لن يجدي، ما لم يدفع الرئيس بالجهود في هذه الاتجاهات، ويفتح الباب مرة أخرى ـ بشكل، أو بآخر ـ لمناقشة قضية المناخ.

يمكن أن يكون الأساس لإعادة استئناف المناقشة برنامجًا جيدًا من الطراز القديم للبحث والتطوير (R & D) الاستراتيجي للحصول على طاقة نظيفة، ولكن الاعتمادات المالية الحالية التي تقدمها الولايات المتحدة، والتي تصل إلى 4 مليار دولار أمريكي، ليست على مستوى هذه المهمة، والجميع تقريبًا يدرك هذه الحقيقة. ففي عام 2010، أوصى مجلس الرئيس الاستشاري للعلوم والتكنولوجيا بزيادة ميزانية الطاقة ـ من أجل مزيد من الابتكار ـ إلى 16 مليار دولار أمريكي. وتقول مؤسسة «بروكينجز»، مركز أبحاث في العاصمة واشنطن، أن فرض ضريبة صغيرة على الكربون يمكن أن يوفر ما يصل إلى 30 مليار دولار سنويًّا لأبحاث الطاقة. وإذا كانت هذه الأرقام تبدو مرتفعة، فلا بد أن نضع في اعتبارنا أنه في السنة المالية 2012 أنفقت الولايات المتحدة ما يقدَّر بحوالي 73 مليار دولار أمريكي على قضايا البحث والتطوير ذات الصلة بالدفاع، وأكثر من 31 مليار دولار على قضايا البحث والتطوير ذات الصلة بالصحة.

وقد كانت هذه الأفكار منتشرة في أوساط المجتمع العلمي لبعض الوقت. وستكون هناك حاجة إلى مزيد من الأموال، ولكن هناك منظمات ـ مثل فريق الاهتمام بالهواء النظيف ـ ومقرها بوسطن، ماساتشوستس، تبحث عن أفضل السبل لدعم الطاقة المباشرة، واستخدام الإنفاق الحكومي القائم؛ لدفع أسواق جديدة نحو التكنولوجيات المتقدمة.

قد تكون إدارة أوباما قادرة على وضع الولايات المتحدة على الطريق الصحيح؛ لتحقيق التزامها في كوبنهاجن بالحد من الانبعاثات إلى 17% أقل من مستويات عام 2005 بحلول عام 2020. ويمكن أن تسعى بشكل فوري للاستفادة من فوائد المناخ، عن طريق دفع المبادرات الدولية التي تقلل من انبعاثات الكربون الأسود، والميثان، وغيرها من الغازات القوية المسبِّبة للاحتباس الحراري. ونظرًا إلى المأزق السياسي الحالي بشأن تنظيم المناخ في كابيتول هيل، فيجب على أوباما أيضًا تطوير طريقة طويلة الأمد، من شأنها أن تساعد الولايات المتحدة. ونأمل أن تصل هذه الطريقة إلى العالم أجمع، وأنْ تحقق غايتها في غضون عدة عقود من الآن. وقد يؤدي خفض تكلفة الطاقة منخفضة الكربون إلى فتح مجالات لحلول سياسية في المستقبل. ■

مناطيد بحثية

المناطيد البحثية علَّمتنا الكثير عن الغلاف الجوي، ويمكنها الآن الطيران إلى الفضاء.

أيّ شخص شبّ وهو يقرأ مغامرات «تان تان» الكرتونية سيتعرف على شخصية الفيزيائي السويسري أوجست بيكارد.. فبعد أن لمحه رسّامُ الكرتون البلجيكي هيرجيه في أحد شوارع بروكسل، استخدم مظهره اللافت كمصدر إلهام لصديق تان تان العلمي، البروفيسور كوثبيرت كالكولوس، لكن الناس ينبغي أن يتعرفوا على بيكارد أيضًا؛ وذلك بسبب تطويره منصة علمية ذات أهمية حتى يومنا هذا، وهي المنطاد البحثي.

كان بيكارد مخترعًا ومستكشفًا. ففي عام 1930، صمم كابينة فولاذية تتحمل الضغط، وتستطيع حمل ركاب وتجهيزات مختبرية، وهي معلَّقة من منطاد. وهذه المركبة هي التي ألهمته لاحقًا بتصميمه غواصة بأعماق المحيطات. وفي سنة 1931، استخدمها بيكارد، وزميله بول كيفر في استكشاف الغلاف الجوي، حيث وصلا إلى ارتفاع 15785 مترًا، وقاما بقياس الأشعة الكونية. لقد كانت تجربة موفقة.. فالأشعة الكونية اكتُشفت في عام 1912، عندما حمل الفيزيائي النمساوي فيكتور هيس أدوات قياس كهربية إلى ارتفاع يبلغ نحو 5 آلاف متر في سلة مفتوحة، محفوفة بالمخاطر، معلَّقة من منطاد.

وقد وصلت المناطيد إلى مستويات أعلى وأبعد منذ ذلك الحين، في سبيل العلم. ففي منتصف شهر يناير الماضي فقط، كسر منطاد تابع لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» الرقم القياسي المسجَّل في طول مدة الطيران، حيث وصل إلى يومه السادس والأربعين، وهو يدور في قلب الرياح القوية والسماوات ذات البرودة القارسة فوق القطب الشمالي. لم يتواجد علماء بهذا المنطاد، لكن الهدف ظل كما هو، مثلما كان أيام بيكارد.. فالمنطاد حلَّق إلى ارتفاع نحو 39 كيلومترًا، وحمل «مُسجِّل العوامل الجوية العملاق» Super Trans-Iron Galactic Element Recorder الذي يُمحِّص الأشعة الكونية عالية الطاقة؛ بحثًا عن العناصر الثقيلة النادرة.

تستطيع المناطيد التحليق إلى ارتفاعات أعلى من ذلك. ففي شهر يناير الماضي، طرحت «ناسا» إمكانية أن يتم قذف منطاد (برفق) بجانب المحطة الفضائية الدولية. وتسمِّي الوكالة هذا المنطاد باسم: «نموذج للأنشطة القابلة للتوسع»، فيما استخدمت وسائل الإعلام مصطلحي «المنطاد الفضائي العملاق»، و«القلعة الفضائية» للإشارة إليه. وعلى أيّ حال، فإن هذا المنطاد «نموذج للأنشطة القابلة للتوسع» لن يدعم العلم فقط، بل يمكنه أن يحتويه بداخله.. فالوكالة منخرطة في محادثات مع الشركة التي طوَّرت هذه الوحدة، وهي «بيجيلو إيروسبيس»، الكائنة في شمال لاس فيجاس بولاية نيفادا الأمريكية، بشأن الكيفية التي يمكنها بها اختبار الوحدة كمقر للسكن والعمل في المدار. ولو استطاعوا صدّ الأشعة وجسيمات الغبار الفضائي الصغيرة المدبَّبة، التي تشكل خطرًا على الحياة في الفضاء؛ فسيكون بالإمكان حينئذ استخدام نماذج مِنْطاديّة لبناء محطات فضائية كاملة. ويُعدّ سبب جاذبيتها هو أن هذه التجهيزات ستكون صغيرة الحجم، ومن ثم رخيصة في حَمْلِها من الأرض، وبنائها في المدار.

لقد أُطلقت المناطيد إلى الفضاء من قبل.. فبعثتا «فيجا» الأوروبيتان المزدوجتان اللتان انطلقتا في منتصف الثمانينات، استخدمت كل منهما منطادًا للتعلق في سماء كوكب الزهرة، حيث قامتا بقياس سرعة الرياح، وكثافة السحب، بل استُخدمت المناطيد في إطلاق الصواريخ نحو الفضاء. و«المناطيد الصاروخية» rockoons التي طورها جيمس فان ألن في جامعة أيوا في الخمسينات من القرن الماضي كانت عبارة عن مناطيد حملت صواريخ لرصد الأحوال الجوية إلى الغلاف الجوي، ثم أطلقتها إلى ارتفاعات أعلى من أي وقت مضى. وعندما سقطت الصواريخ عائدةً إلى الأرض، أحضرت معها آثارًا من إشعاعات محتجَزة وراء الغلاف الجوي، صارت تُعرف باسم «أحزمة فان ألن».

حملت المناطيد كاميرات وتليسكوبات؛ لِسَبْر مختلف مناطق الطيف الكهرومغناطيسي، وأرسلت نباتات وحيوانات إلى طبقة الستراتوسفير وقد صُنعت من البلاستيك والمطاط، واستخدمت بمفردها، أو على هيئة مجموعات. وتظل المناطيد منَصّات صامتة ومستقرة بشكل مدهش لأغراض العلوم، وما هو أكثر من العلوم أيضًا.. فهناك سلسلة من المناطيد البحثية الأمريكية استُخدمت لدراسة التلوث في السبعينات، واعتُبرت أيضًا من أعمال الفن الحركي. والمناطيد ساحات اختبار مهمة للأجهزة والتقنيات التي ستطير يومًا إلى الفضاء. لقد قال بيكارد ذات يوم: «الاستكشاف رياضة العالِم» وقد لعب المنطاد المتواضع دوره وأكثر في كليهما، وسوف يستمر في ذلك الدور. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، أضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



ضمـان الصحـة في التـأميـن الصحــي الشـامـل

«ينبغي أن تتجاوز الأنظمة الصحية الطبَ الإكلينيكي، وتؤكد على أساليب الصحة العامة التي تستهدف بشكل رئيس عوامل انتقال الأمراض» **جيمس د. شيلتون.**

في تحليل «عبء المرض العالمي» لعام 2010، كانت هناك تفاصيل مسهبة عمّا يعج به كوكبنا من مشاهد الموت والعجز، ابتداءً بألم الظهر، وانتهاءً بالسرطان. وقد استحوذ ذلك التحليل على عدد شهر ديسمبر بأكمله تقريبًا من صحيفة «*The Lancet*» الطبية.

أحد السبل للتغلب على هذا العبء الثقيل من الأمراض هو «التأمين الصحي الشامل» (UHC)، الذي عُرف بصورة عامة على أنه إمكانية الوصول عالميًّا إلى الخدمات الصحية الضرورية، دون أن يتكبد المرضى معاناة ومشقة ماليّة في السداد نظير هذه الخدمات. ولقد اعتبر ريتشارد هورتون ـ رئيس تحرير صحيفة «لانست» *Lancet* أن هذا الأمر طموح جدًّا، وعلينا «استخدامه كمنبر للدفاع بقوة ـ أكثر من أي وقت مضى ـ عن الإجماع المتنامي على أنّ التأمين الصحي الشامل يمكن أن يكون ثالث أكبر نقلة صحية عالمية». والسؤال الآن.. ما هي أفضل نماذج التأمين الصحي الشامل على ضوء ما نواجهه من حاجة غير محدودة وموارد متناهية؟ إنّ الطلب على التأمين الصحي الشامل سيزداد بلا شك، نظرًا إلى ارتفاع متوسط الأعمار، وازدياد التعداد السكاني بشكل مستمر، ووجود التقنيات الباهظة شديدة التعقيد. وينبغي أن يتضمن «التأمين الصحي الشامل» كافة الخيارات المتوفرة لتحسين الصحة، ولكن معظم مفردات لغتها - التغطية، والوصول، والسداد - ستعكس عناية طبية إكلينيكية، خاصةً عبر التأمين.

لكي يتمتع التأمين الصحي الشامل بالتأثير الذي يعد به، يتعيَّن علينا النظر إليه بمنظور فكري مختلف: منظور أوسع، يركز على تحقيق التأثير المبتغَى، ويتجاوز المنهج التقليدي القائل «ادفع مقابل عمليتك العلاجية».

ليس عليك الذهاب أبعد من الولايات المتحدة الأمريكية؛ كي تُذهل من المبالغ الطائلة التي تُنفَق على الخدمات الطبية الباهظة. ورغم ذلك.. فإننا لا نشهد هناك سوى تحسُّن ضئيل في مؤشر متوسط العمر، ومعدل وفيات الأطفال. صحيحٌ أن للخدمات الإكلينيكية فوائد جمة، ولكن فاعليتها مقابل تكلفتها وتأثيرها على المستوى الصحي للسكان ما زالت غير واضحة المعالم. ويعود ذلك جزئيًّا إلى عدم فاعلية العلاجات دومًا، حيث قد يكون بعضها ضارًّا. كما تؤكد أنظمةٌ عديدة على ضرورة السداد مقابل العمليات العلاجية، وليس على الصحة العامة للسكان. بيد أن الأمر الأكثر أهمية هو أن الترسانة الطبية العلاجية تتحرك بعد فوات الأوان؛ لمواجهة عوامل انتقال الأمراض.

إن الجزء الأكبر من **عوامل الخطورة** في تحليل عبء المرض العالمي يكاد يستعصي كليًّا على التدخلات **الإكلينيكية.**

يُعتبر تحليل عبء المرض العالمي أمرًا إلزاميًّا. ومن بين العوامل العشرة الأكثر خطورة، يمكن فقط معالجة ضغط الدم العالي (الذي يشكل ما نسبته 7.0% من العبء الإجمالي)، وارتفاع نسبة السكر بالدم (3.6%) بيسر بواسطة الطرق العلاجية الإكلينيكية التي تهيمن على الخدمات الطبية. أما بقية العوامل، فهي عَصِيَّة على التدخل الإكلينيكي. وحتى ضغط الدم وارتفاع نسبة السكر في الدم يتأثران ـ بصورة كبيرة ـ بعوامل أساليب الحياة اليومية، التي يعجز التحليل عن تغطيتها بالكامل. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن 29 عاملاً من عوامل الخطر الـ33 المتبقية والمُدْرَجَة ـ التي تتضمن عديدًا من العوامل الغذائية ـ تقاوِم الأدوات الإكلينيكية. وبالنسبة إلى البلدان النامية، تميل الكفة أكثر لصالح الأسباب غير الإكلينيكية، حيث تحتل أسباب مثل: انخفاض مستوى الرضاعة الطبيعية، والظروف الصحية، أهميةً كبيرة.

وتواجه البلدان النامية تحدياتٍ معينة.. إذ تعاني غالبًا من ضعف قطاع الخدمات العامة، ورداءة تنظيم القطاع الخاص، بالإضافة إلى ارتفاع النفقات. ويمكن للتطور الاقتصادي السريع أن يقدم طريقة للتحول إلى أنظمة أكثر فاعليةً وإنصافًا، وتجنب المشقة المالية، ولكن المصيبة تتمثل في الانشغال الكامل بالخدمات الإكلينيكية، فعلى سبيل المثال.. يتبع برنامج التأمين الصحي في دولة غانا النموذج المعروف، ألا وهو: تقديم تعويض عن الإجراءات العلاجية بشكل رئيس (وخاصةً مخصصات الأدوية). أما أمور مثل تنظيم الأسرة (تحديد النسل)، والتطعيم المناعي، فلا تتم تغطيتها، على الرغم من فوائدها الصحية الكبيرة، وما تنطوي عليه من توفير لتدفق التكلفة الرئيس، على افتراض أنه تتم معالجتها في العيادات الحكومية المثقلة بما لا تطيق.

يعود «التأمين الصحي الشامل» بالنفع الأكبر على البلدان النامية، وذلك في حال استخدام خَمْس طرق، أولها: تعزيز السلوكيات الصحية، كالرضاعة الصحية وغسل اليدين، إذ يشكل بناء الثقافة الصحية العامة أساسًا جيدًا. وثانيها: تطبيق أساليب هيكلية وتنظيمية، كفرض الضرائب على إنتاج التبغ، والمتاجرة به، ومتطلبات الهواء النظيف، بالإضافة إلى عمل مطبّات بالشوارع؛ لتخفيف سرعة السيارات. وثالثها: إعطاء الأولوية للخدمات الإكلينيكية التي تسبب التأثير الأعظم، كالتطعيم المناعي، وتنظيم الأسرة، والرعاية السابقة للولادة. كما ينبغي توجيه البرامج إلى خدمة الصحة العامة للسكان، عوضًا عن مجرد (السداد المالي مقابل العمليات العلاجية). وقد خطا الإصلاح الصحي في الولايات المتحدة الأمريكية خلال السنوات القليلة الماضية خطوات واسعة في هذه الاتجاهات، وذلك من خلال ضمان مجانيّة الخدمات الصحية ذات الأولوية القصوى، بالإضافة إلى دعم المؤسسات التي تتحمل المسؤولية الشاملة عن صحة عملائها.

رابعها، يتمثل في نشر الخدمات المجتمعية للتدخلات الصحية ذات التأثير الكبير. ويعتبر كادر «عامل التوسع الصحي» في إثيوبيا ـ الذي يقدِّم بشكل فاعل خدمات رئيسة، مثل خدمات الصرف الصحي، وتنظيم الأسرة ـ مثالاً جيدًا على ذلك.

وأخيرًا، يتمثل في العمل على الحدّ من توجُّه البحث والتطوير نحو التقنيات المعقدة، بل وعِوَضًا عن ذلك.. التوجه أكثر نحو العوامل الأقوى لانتقال الأمراض، كالتغذية، والسلوك، والتوجّه كذلك نحو الابتكارات ذات التكلفة المنخفضة والتأثير القوي، كتصنيع واستخدام مواقد الطهي صديقة البيئة.

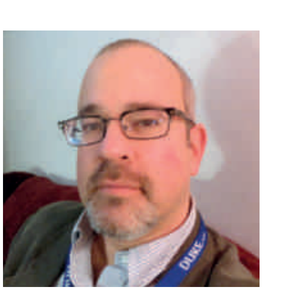
هل يمكن تحقيق هذا؟ نعم. وقد أثبتت التناقضات الاقتصادية الصارخة بين نيويورك والنيجر ذلك.. فقد خفضت النيجر من معدل وفيات الأطفال بحوالي النصف بين عامي 2000 و2009، لتؤكد بذلك على التأثير القوي للتدخلات السلوكية المبنيّة على أساس المجتمع. ويُعزى نصف هذا الانخفاض تقريبًا في معدل الوفيات إلى تحسين عملية التغذية، وشبكات الأسِرَّة المعالجة بمبيد حشري. كما شهدت مدينة نيويورك ارتفاعًا في متوسط العمر، بواقع 3.8 سنوات، وانخفاضاً في معدل الوفيات بنسبة 23% خلال العقد المنصرم، وذلك بالتأكيد على الطرائق غير الإكلينيكية. وقد انخفض معدل التدخين بشكل ملحوظ من خلال زيادة الضرائب على التبغ بأنواعه، والتراجع في مدى توفر منتجات التبغ، بالإضافة إلى برامج التوعية والثقافة العاجلة المتعلقة بالصحة العامة. وتتضمن برامج وقاية المجتمع الرئيسة واسعة النطاق: الوقاية من فيروس العوز المناعي البشري، بالإضافة إلى الزيارات المنزلية إلى العائلات التي رُزقت بمواليد جدد. هذا.. ومن أجل الحصول على تأثير عالمي وحقيقي للتأمين الصحي الشامل، يجب أن تحذو البلدان النامية وغيرها في جميع أنحاء العالم حذو الدول المتقدمة التي سبقتها إلى ذلك. ■

جيمس د. شيلتون مستشار علمي في مكتب الصحة العالمية، الوكالة الأمريكية للتنمية العالمية، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.
لا تعبِّر الآراء الواردة في هذه المقالة بالضرورة عن رأي الوكالة.
البريد الإلكتروني: jshelton@usaid.gov

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/zlmrak

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



الخصوصية الجينية تحتاج إلى منهج أكثر دِقّة

«نظرًا لأن سرية المعلومات الصحية غير مضمونة، ينبغي النظر في مخاطر ومزايا إتاحة البيانات الصحية للمشاركة» بحسب **ميشا آنجريست**

حذّرت معاهد الصحة الوطنية في الولايات المتحدة من أن الأبحاث الآن تقف عند «منعطف خطير». ويشعر العلماء ـ وخاصة علماء أخلاقيات علم الأحياء ـ بالقلق، وكل ذلك بسبب مقال نُشِر في مجلة «ساينس» الشهر الماضي، وكان كفيلاً بإثارة الشكوك في مستوى الخصوصية والسرية التي يحظى بها المتبرعون الذين قدموا معلوماتهم الجينية (إم. جيمريك وآخرون، ساينس **339**، 321- 324 ، 2013). وفي تصريح لـ«نيويورك تايمز» قال يانيف إيرليش من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج: «يا إلهي، لقد نجحنا بهذا»، بعد أن تمكّن فريقه من استقاء معلومات مرجعية من قاعدة معلومات عامة، ونجحوا في معرفة أسماء مَنْ تبرعوا للأبحاث بعينات من الحمض النووي. ويمكننا أن نتخيل ماذا يمكن أن يعني هذا لجهات تطبيق النظام ـ كأن يتمكن محققو الشرطة ـ مثلاً ـ من تحويل بقعة دموية إلى بيانات مفصلة عن شخص ما، اسمه وعنوانه..إلخ.

ورغم هذا.. فإن ما فعله العلماء ليس مذهلاً لهذه الدرجة، وليس جديدًا.. فمنذ سنين تلوح في الأفق دلائل تشير إلى إمكانية التعرف على أصحاب عيِّنات الحمض النووي. وقد ظهرت العلامات المنذرة في عام 2005 عندما قام صبي عمره 15 سنة، يُدعى رايان كريمر، بالتعرف على أبيه الذي تبرع بحيواناته المنوية. وكما سيفعل إيرليش وفريقه لاحقًا، استعان كريمر بمزيج مركب من المعلومات عن كروموسوم Y، وقام بالبحث الجيني البيولوجي في السجلات العامة؛ ليتمكن من تَقَفِّي أثر الأب المتبرع، الذي كان ـ على الأغلب ـ قد تَلَقَّى وعودًا من بنك الحيوانات المنوية بالحفاظ على سِرِّيَّة اسمه، وعدم الإفصاح عنه.

ومع ذلك.. لا يمكن لأيّ عالم مسؤول أن يضمن الخصوصية المطلقة.. والباحثون يعلمون هذه الحقيقة، ويقبلها عديد من المتبرعين كذلك، ومع ذلك.. فإن المناقشات الرسمية بهذا الخصوص ما تزال متجذرة في سنوات القرن العشرين، ولا تزال تلك النظرة إلى المساهمين قائمةً في الأبحاث على أنهم مخلوقات ضعيفة، وتجب حمايتها، مثلهم في ذلك مثل الحيتان والغابات المطيرة. وأنا لا أشك في أن المسؤولين وأصحاب الرأي لا يهمهم هؤلاء الأشخاص ومصلحتهم، بقدر ما يهمهم حماية الباحثين ومؤسساتهم من المقاضاة.

ويمكن استخدام المعلومات الصحية؛ للتميز ما بين الأشخاص. ولذلك.. تمت في عام 2003 مراجعة تطبيق الخصوصية في قانون المحاسبة للتأمين الصحي الصادر عام 1996 في الولايات المتحدة (HIPAA)؛ بهدف خلق فئة جديدة من المعلومات الصحية المحمية، التي يمكن استخدامها أو الإفصاح عنها تحت ظروف خاصة فقط.

ورغم أن المعلومات الجينية تُعتبَر معلومات صحية محمية، وفق قانون المحاسبة للتأمين الصحي، لكن هذه الحماية تختفي عندما تتم إزالة (علامات التعرف على الهوية)، وذلك عبر التخلص من 18 معلومة مميزة تؤدي إلى التعرف على صاحبها، ومذكورة في القانون (بما فيها الأسماء، والعناوين، وتواريخ الميلاد، وما شابه). وباعتبار أن المعلومات الجينية لا تندرج ضمن العلامات الـ18 المميزة، لذلك.. لا يتم التخلص منها من خلال سجلات الصحة كما يقتضي قانون المحاسبة الصحية. وإذا كان الباحثون لا يعرفون من أنت، ولا يمكنهم معرفة هذا بسهولة، فإن التزاماتهم نحوك تتضاءل، ومن غير المحتمل أن تكون بروتوكولاتهم بحاجة إلى مراجعة شاملة من قِبَل مجلس مؤسساتي مسؤول عن المراجعة، وتصبح طلباتهم للحصول على المنح أقل إرهاقًا، كما تنخفض بذلك أيضًا كلفة ونفقات التكنولوجيا الخاصة بهم. وبناءً على ما سبق.. يمكن أن نرى كيف يمكن لشخص ـ مثل كريمر وأمثاله ـ أن يشكل مشكلةً، ليس فقط للمتبرعين بالحيوانات المنوية، بل للبحوث الطبية الحيوية أيضًا. وهنا نتساءل.. ماذا لو كان غياب العلامات المميزة الـ18 ليس كافيًا لحماية هَوِيّة شخصٍ ما؟

منذ أسابيع قليلة، سنحت لدائرة الصحة والخدمات الإنسانية في الولايات المتحدة فرصة ممتازة للتطرق إلى هذا الموضوع، عندما أصدرت منشورًا يحتوي على 536 صفحة عن إعادة العمل بقانون المحاسبة للتأمين الصحي. ورغم أنها تطرقت صراحةً إلى موضوع المعلومات الجينية، فإن موضوع إزالة (علامات التعرُّف على الهوية) لم يحظَ سوى بجملة واحدة مقتضبة في الصفحة رقم 416، وردت كالتالي: «إن قاعدة الخصوصية المتعلقة بإزالة (علامات التعرُّف على الهوية) تعتبر خارج منظور تشكيل القواعد هذا».

إن مخاطر إعادة التعريف من خلال مصادر المعلومات الجينومية مسؤولة جزئيًّا عن إطلاق مشروع الجينوم الشخصي، الذي كتبتُ عنه كتابًا من قبل. إن نهج المشروع هو تفادي أي وعود بالخصوصية والسرية. وإلى اليوم، يوجد فيه أكثر من 2000 مساهم وافقوا جميعًا على الإفصاح للعامة عن أي معلومات جينومية وطبية وبيئية ووصفية تم جمعها عنهم خلال الدراسة، ووافقوا على إمكانية أن يتم التعرف عليهم، وأنا واحدٌ منهم. ومثْل هذه الموافقة المفتوحة لا تناسب الجميع، إذ ثمة مخاطر عديدة، ابتداءً من سرقة الهوية، وانتهاءً باحتمال أن يتم توريط الشخص في جريمة.. فما الداعي إذًا لأيّ شخص أن يشترك في هذا البرنامج؟

> **من المفيد** بالتأكيد أن يتمكن الباحث من الوصول إلى مجموعة من الأنماط الشكلية الظاهرية **غير المنقحة،** قبل أن يموت صاحبها.

أولًا: أعتقد أن أحد الأسباب هو الوضوح.. إذ يمكنني إنْ أردت أن أدخل في أي وقت أشاء إلى أي معلومات تم جمعها عني بهذا الخصوص، مثلي مثل أيّ عالم جينات في مخبر صغير في سلوفانيا، أو في كينيا، مهما كانت ميزانيته قليلة. وبهذا.. لا تكون المعلومات الخاصة حكرًا على بضعة أشخاص يديرون الدراسة.

ثانيًا: سيسير البحث بشكل أفضل، لو تمكّن العلماء من معرفة معلومات عن الأفراد قيد الدراسة. وإذا أراد باحث أن يدرس مجموع الجينات في شخص ما يعاني من القلق النفسي، والصلع، وتشوه طفيف في الأذنين، فما عليه سوى أن يبحث عني. وإذا كان أحدهم يريد أن يعرف المزيد عن الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات، المأخوذة من ذكر بشري، فما عليه أيضًا إلا الحصول على خلاياي الموجودة في معهد كوريل للبحث الطبي في كامدن بنيوجيرسي. ولو سلّمنا بأن جزءًا من مهمة العلوم الطبية الحيوية هو فَهْم العلاقة بين النمط الجيني والنمط الظاهري؛ إذًا من المفيد بالتأكيد أن يتمكن الباحث من الوصول إلى مجموعة من الأنماط الشكلية الظاهرية غير المنقحة، قبل أن يموت صاحبها (إذ إنها بموته لا تُعتبَر عناصر بشرية في نظر الحكومة).

ثالثًا: يمكن لبعض المعلومات الجينومية أن تكون مفيدة طبيًّا.. فمنذ بضعة أشهر، عرف جون لورمان (وهو مساهم في مشروع الجينوم الشخصي، ومراسل «بلومبيرج نيوز») أنه معرض للإصابة بأحد أمراض الدم، ويمكنه الآن أن يراقب الأعراض المنذِرَة، ويتنبَّه لها. وأخيرًا، وكما بيّن لنا إيرليش وكريمر، فإن صعوبة إزالة (علامات التعرُّف على الهوية) آخذة في الازدياد. نعم، إن السِّرِّيَّة والخصوصية مهمتان، ولكن هناك بعض المنافع لإمكانية أن يتم التعرف على الهوية. وفي الوقت نفسه، فإن إبقاء الأسماء مجهولة لا يأتي دون كلفة ونفقات. أعتقد أن حال العلم سيتحسن، متى اعتُرِفَ بهذه الحقيقة. ■

ميشا آنجريست أستاذ مساعد في معهد جامعة ديوك لعلوم الجينوم وسياستها في شمال كارولينا، وهو مؤلف «ها هو إنسان: بداية عصر الجينوم الشخصي» *Here is a Human Being: At the Dawn of Personal Genomics*
البريد الإلكتروني: misha.angrist@duke.edu

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/uvx1dx

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلمية

التغير المناخي

الكربون الأسود مُتّهَم بالاحترار

إنّ انبعاث الدخان الأسود (السناج) في الجو ـ الناجم عن أنشطةٍ مثل حرق وقود الديزل والكتلة الحيوية ـ يسهم بشكل أكبر في الاحترار العالمي مما كان يُعتقَد سابقًا. وتضع هذه النتائج الكربون الأسود في المرتبة الثانية بعد ثاني أكسيد الكربون من حيث التأثير في الاحترار.

وقد قامت تامي بوند من جامعة إلينوي في أربانا شامبين وزملاؤها بتحليل بيانات من الشبكة الأرضية لاستشعار الهباء الجوي، التي تديرها وكالة ناسا، وكذلك أرصاد الأقمار الصناعية ومخزونات الانبعاثات العالمية. ووجد الباحثون أن مقدار الاحترار من الكربون الأسود ـ الذي يمتص الإشعاع الشمسي ويرفع درجة حرارة الجو، بالاضافة إلى ذوبان الثلوج والجليد ـ يقارب ضعف معظم التقديرات السابقة.

إنّ خفض انبعاثات الكربون الأسود يمكن أن يكون وسيلة سريعة لتبريد المناخ، ولكن التأثير الإجمالي للهباء الجوي على المناخ لا يزال غير مؤكد، مثلما يحذر الباحثون.

J. Geophys. Res. http://dx.doi.org/10.1002/jgrd.50171 (2013)

لقراءة المزيد عن هذا البحث، طالع: go.nature.com/ztocgf



علم الإحاثة

الطيور ذات الأسنان تتغذى على الطعام المُقدَّد

العديد من الطيور الأحفورية القديمة لها أسنان بسيطة، لكن حفرية طائر وجدت مؤخرًا في الصين لها أسنان كبيرة مشرشرة، وهو أول حفرية لطائر له مينا أسنان متخصصة.

عندما يتعذر استرداد محتويات المعدة، يتفحّص علماء الإحاثة الأسنان لاستنباط النظام الغذائي والبيئة المحيطة. وصفت جينجماي أوكونور بمتحف التاريخ الطبيعي لمقاطعة لوس أنجيليس بولاية كاليفورنيا وزملاؤها حفرية «سولكافيس جيوروم» من العصر الطباشيري المبكر (منذ 145 مليون إلى 100 مليون سنة). وكان للحفرية أسنان تبلغ 1-3 مليمتر طولًا وتحوي شرشرة طولية، وهي ما لم يُرَ في الطيور من قبل. بينما تشير الأسنان الصغيرة الملساء إلى نظام غذائي عشبي، قد يكون «سولكافيس جيوروم» استخدم قواطعه القوية لطحن المخلوقات ذات الهياكل الخارجية الصلبة، مثل الحشرات.

J. Vertebr. Paleontol. **33**, 1–12 (2013)

مواد

سيراميـك طـارد للمـاء

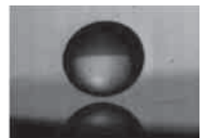
المواد الطاردة للماء لها تطبيقات واسعة النطاق، لكن العديد من الطلاءات (التكسيات) الكارهة للماء لا تتحمل الظروف القاسية. ومؤخرًا، قام باحثون من معهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبردج، بإنتاج مواد خزفية من أكاسيد الأرض النادرة، التي تبقى كارهة للماء، حتى بعد التعرض لبيئات قاسية.

وقد قام كريبا فاراناسي وزملاؤه بتوليف سيراميك من سلسلة أكسيد اللانثانيدات، بما في ذلك أكسيد السريوم. ووجد الباحثون ـ بتحليل الكيمياء السطحية للسيراميك ـ أن البنية الإلكترونية للأكسيدات تمنع تكوّن الرابطة الهيدروجينية مع جزيئات الماء. وأظهر الباحثون أن قطرات الماء ترتد عن سطح أكسيد السريوم (كما في الصورة)، وتترك السطح جافًّا. كما حافظ السيراميك على طبيعته الكارهة للماء، حتى بعد تآكله وتعرضه لدرجات حرارة عالية.

Nature Mater. http://dx.doi.org/10.1038/nmat3545 (2013







سلوك الحيوان

درب التبانة تضيء طريق الخنافس

يمكن للطيور والفقمة والبشر أن تجد طريقها اهتداءً بالنجوم، كما يمكن لخنفساء الروث، على ما يبدو، الاستدلال باستخدام درب التبانة.

وقد قاست ماري داك بجامعة لوند بالسويد وزملاؤها الوقتَ الذي تستغرقه خنافس الروث الليلية (سكارابايوس ساتيروس؛ في الصورة) لدحرجة كرات الروث من وسط ساحة إلى حافتها. ولوحظ أنّ عندما تتمكن



الخنافس من رؤية السماء مرصعةً بالنجوم، فإنها تستغرق وقتا أقل، وتتبع مسارات أكثر استقامة من الخنافس التي كانت عيونها مغطاة، أو تتنقل في ليلة ملبدة بالغيوم.

ونقل الباحثون الساحة إلى قُبة فلكية؛ فوجدوا أن خنافس الروث المُعَرّضَة إلى السماء المرصعة بالكامل بالنجوم استغرقت مقدار الوقت ذاته للخروج من الساحة، كتلك التي يمكنها رؤية درب التبانة فقط.

يقول الباحثون إن هذا هو أول دليل على استرشاد حشرة باستخدام درب التبانة، لكنها قد لا تكون الحيوان الوحيد الذي يمتلك هذه القدرة.

Curr. Biol. http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.12.034 (2013)

التصوير

التقاط صور مضغوطة

تلتقط الكاميرات الرقمية الصور على هيئة مصفوفات من نقط ضوئية (pixels) تم ضغطها بواسطة طرق حسابية في ملف أصغر. ويمكن لنظام صمّمه جون هنت وزملاؤه بجامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولينا، توليد صورة مضغوطة دون الحاجة إلى مرحلة ما بعد المعالجة.

يستخدم النظام أسلوبًا لأخذ عينات بيانات الصورة عشوائيًّا، لكن لا يزال يتضمن ما يكفي من المعلومات لإنتاج صورة بنوعية جيدة. يستخدم الباحثون فتحة مصنوعة من شريط من ميتاماتيريال ـ أي هيكل مصطنع يتفاعل مع الضوء بطرق ليست في الطبيعة ـ بحيث توجه المايكروويف إلى مُسْتَشْعِر (حساس) أحادي النقطة الضوئية. والأنماط في المواد (شفافة) بالنسبة لأطوال موجية معينة، وبالتالي فإن الإشارة (تُسرب) المعلومات، بينما هي تتحرك إلى أسفل الشريط، مما يسمح بأخذ عينات عشوائية من البيانات.

وباستخدام هذا النظام، تمكّن الباحثون من إنشاء صورة مرئية متحركة (فيديو) لمسار جسم متحرك في بعد واحد. يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذه التقنية يومًا ما في ماسحات المطار، وأنظمة الرادار والتصوير بالأشعة تحت الحمراء.

Science **339**, 310–313 (2013)

BRAGE BREMSET HANSEN

علم الأعصاب

الشيخوخة، وسوء النوم وضعف الذاكرة

إنّ الفقد التدريجي للخلايا في قشرة الدماغ يمكنه خفض نوعية النوم لدى كبار السن؛ مما يؤدي إلى ضعف الذاكرة على المدى الطويل.

وقد طلب برايس ماندر، وماثيو ووكر وزملاؤهما بجامعة كاليفورنيا في بيركلي من راشدين أصحاء حفظ قائمة من الكلمات، وطلبوا منهم تذكّر بعضها بعد عشر دقائق، ثم تذكّر البقية في صباح اليوم التالي.

كان أداء الراشدين في أواخر الستينات وأوائل السبعينات من العمر أسوأ في الاختبار، وأظهروا انخفاضات كبيرة في موجات المخ البطيئة المرتبطة بالنوم العميق، مقارنة بمن كانوا في العشرينات.

إنّ اضطراب النوم العميق يرتبط بدرجة ضعف الذاكرة. وهذه الاختلافات ترتبط بدورها بانخفاض المادة الرمادية في وسط قشرة الفص الجبهي الأمامي. وتشير النتائج إلى أن التدهور في هذا الجزء من الدماغ يقلل موجات المخ البطيئة، التي لها دور في توطيد الذاكرة، ويضعف القدرة على ترسيخ ذكريات جديدة.

Nature Neurosci. http://dx.doi.org/10.1038/nn.3324 (2013

الجينوم

اكتشاف ارتباط جين بمرض الزهايمر

حددت دراستان طفرة وراثية نادرة تزيد مستوى مخاطر الإصابة بمرض الزهايمر.

وقد قام كاري ستيفانسون من شركة ديكود جينيتكس في ريكيافيك بأيسلاندا وزملاؤه بتحليل جينومي لحوالي 2261 مشاركًا من سكان آيسلاند؛ وكشفوا عن طفرة في الجين «TREM2»، زادت من حالات الإصابة بمرض الزهايمر ثلاثة أضعاف تقريبًا بين مَنْ يحملونها. وكان فريق بحثي آخر، بقيادة جون هاردي من كلية لندن الجامعية، قد اكتشف الطفرة ذاتها، بجانب طفرات أخرى للجين نفسه، عند تحليل الجينوم لدى أكثر من ألف شخص مصاب بالمرض.

إنّ البروتين المرمز بـ«TREM2» يتم التعبير عنه في خلايا المخ المناعية التي تسمى خلايا اللحمة العصبية، وينظم العملية التي تقوم فيها هذه الخلايا بابتلاع حطام الخلايا. وتشير النتائج إلى أنه في أدمغة الأشخاص المصابين باضطراب التنكس العصبي، تكون الخلايا المناعية غير قادرة على إزالة اللويحات التي تميز هذا المرض.

N. Engl. J. Med. **368**, 107–116; 117–127 (2013)

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

التكنولوجيا الحيوية

أدوية للسرطان من الطحالب

★ الأكثر قراءة على www.pnas.org في ديسمبر 2012

يمكن استخدام الطحالب لصنع أدوية مُركبة، تستهدف السرطان، وذلك بفضل عُضَيّات البناء الضوئي (البلاستيدات الخضراء).

والسميّات المناعية هي عقاقير تجمع مادة سامة مع أجسام مضادة؛ فالأجسام المضادة توجه السم إلى خلايا معينة، مثل الخلايا السرطانية. ومع ذلك.. فقد ثبت أن هذه الأدوية صعبة ومكلفة في إنتاجها. وقد أوضح ستيفن مايفيلد وزملاؤه بجامعة كاليفورنيا، بسان دييجو، أسباب إمكانية استخدام الطحلب الأخضر كلاميدوموناس راينهارديتاي لإنتاج السُّمِّيَّات المناعية. وتحتوي البلاستيدات الخضراء لهذا الطحلب على آلة تكوين البروتينات المعقدة بشكل صحيح ـ كالأجسام المضادة ـ كما يمكنها تحمُّل بعض السموم.

واستخدم الفريق هذا الطحلب لإنتاج جسم مضاد لبروتين «CD22» ـ الذي يوجد في نوع من الخلايا المناعية، تسمى الخلية البائية ـ مقترنًا بالسموم البكتيرية. وقد قتلت السميات المناعية الخلايا البائية السرطانية في مزرعة مخبرية، ومنعت نمو أورام الخلايا البائية البشرية التي تم زرعها في الفئران.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **110**, E15–E22 (2013)

البيئة

أمطار القطب الشمالي تجلب المتاعب للحيوان

تؤدي الأمطار الشتوية ـ التي تعتبر حدثاً غير عادي في أقصى الشمال ـ إلى انخفاض أعداد الحيوانات في جزيرة القطب الشمالي النرويجية، مما يُظهر أن العوامل المناخية القاسية يمكن أن تؤثر على مجتمع من الفقاريات بأكمله.

وقد وجد براج هانسن وفريقه بالجامعة النرويجية للعلوم والتكنولوجيا في تروندهايم أن تعداد مجتمعات حيوان الرنّة سڤالبارد وطائر تارميجان الصخور وفئران الحقل في جزيرة سپتسبرجن يَقِلّ خلال فصول الشتاء، خاصة الممطرة، حيث تكون أغذية الحيوانات مغطاة بطبقات من الجليد. ويتزامن الطقس القاسي مع تقلبات بأعداد مجتمعات هذه الحيوانات العاشبة. وهذا، بدوره، يؤدي إلى تأرجح أعداد الثعالب القطبية (في **الصورة**) التي تتغذى على فئران الحقل وطيور التارميجان، وتتغذى على جيف الرنّة، لكن بفارق سنة واحدة.

ويمكن لمجتمع الفقاريات التي تمارس البيات الشتوي أن يمثل الريادة في تأثير الاحترار الكوكبي على المنظومات القطبية الإيكولوجية، إذا أدى التغير المناخي إلى سيادة فصول شتوية أكثر دفئًا ورطوبة.

Science **339**, 313–315 (2013)



علم البيئة

البعوض يقاتل من أجل الأرض

تناقصت أعداد البعوض المستوطن بالولايات المتحدة خلال العقود القليلة الماضية، نتيجة المنافسة مع الأنواع الغازِيَة، لكن يبدو أن البعوض المستوطن يطوّر مقاومته لتكتيكات البعوض الغازي.

وصلت بعوضة النمر الآسيوي وانتشرت في جميع أنحاء جنوب شرق الولايات المتحدة في ثمانينات القرن الماضي، وأظهرت تفوقًا على بعوض الحمى الصفراء المستوطن بمنعه من التكاثر، حيث إن الذكور الغازية تتزاوج مع الإناث المستوطنة، لكنها تمنع الإناث من الإنجاب.

وقد قامت بارجيلوسكي وزملاؤها بجامعة فلوريدا في فيرو بيتش بتعريض إناث بعوض الحمى الصفراء لذكور بعوض النمر الآسيوي في أقفاص، وبحثوا عن أدلة للتخصيب.

ولوحظ أن إناث المناطق التي عاش فيها هذان النوعان معًا للسنوات العشرين الماضية كانت أقل عرضة للتخصيب من الإناث التي عاشت بمناطق لم تتعرض للغزو.

يقول الباحثون إن النتائج تُظْهِر إمكانات استعادة أعداد جماعات بعوض الحمى الصفراء.

Proc. Natl Acad. Sci. USA http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1219599110 (2013)

تقنية النانو

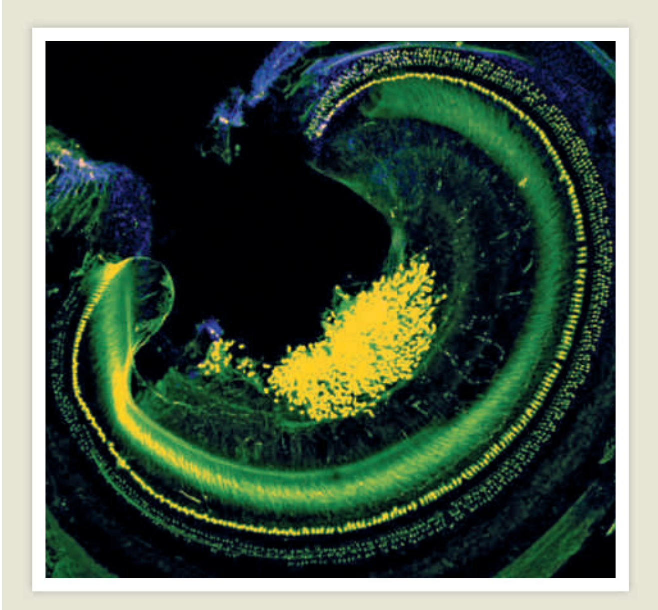
أشعة الليزر تضبط الماس الصغير

تبشر بلورات الماس الصغيرة بتطبيقات واعدة، تتنوع بين التصوير البيولوجي، والحوسبة الكمية، لكن يصعب التلاعب بها فرديًّا.

وقد قام رومين كويدانت وزملاؤه بمعهد العلوم الضوئية في برشلونة، إسبانيا، بتطوير طريقة لاستخدام أشعة ليزر تحت الحمراء؛ لحصر بلورات الماس النانوية بذرة نيتروجين واحدة بداخلها.

بعد ذلك، أمكنهم تغيير استقطاب الليزر لِلَيّ وتدوير محور ذرة النيتروجين، ونقل ذرات الماس النانوية الفردية في الحيز ثلاثي الأبعاد. ونظرًا إلى نجاح هذه التقنية في التعامل مع البلورات المعلقة في محلول، يعتقد الباحثون أنه يمكن استخدامها في النظم الحيوية.

Nature Nanotechnol. http:// dx.doi.org/10.1038/nnano.2012.259 (2013)



JENNIFER LENTZ

العلاج الجزيئي

تجنب الصمم

العلاج الجزيئي يحسِّن السمع والتوازن في دراسة على فئران مصابة بمرض وراثي يسبب الصمم واختلال التوازن.

في البشر، تحدث متلازمة أشر غالبًا بسبب طفرة في جين USH1C الذي يتسبب في إنتاج شكل منقوص من بروتين هارمونين ـ عادة ما يوجّه نمو الأذن الداخلية (في **الصورة**) ـ ويؤدي إلى ضعف السمع.

قامت جنيفر لنتز بجامعة ولاية لويزيانا في نيوأورليانز، وميشيل هاستنجز في جامعة روزاليند فرانكلين بشمال شيكاجو، إلينوي، وزملاؤهما بحقن فئران حديثي الولادة بجزيئات شبيهة بالحمض النووي، بحيث تحجب الطفرة في آلة التعبير البروتيني للخلية، لإنتاج هارمونين طبيعي. أدى الحقن إلى توقف فقدان خلايا الأذن الداخلية التي تستجيب للصوت، وتحسين السمع منخفض ومتوسط التردد، وتقليل السلوكيات المرتبطة باختلال التوازن، مثل تحريك الرأس والدوران، واستمرت هذه الآثار لستة أشهر على الأقل.

ويقترح الباحثون أن نهجًا مماثلاً قد يُمَكّن من علاج الصمم الخِلْقي في الإنسان.

Nature Med. http://dx.doi.org/10.1038/nm.3106 (2013)

علم الإنسان القديم

عظام معصم جديدة لأشباه البشر

هناك تصوُّر جديد لعظام المعصم دعّم الحجة القائلة بأن إنسان فلوريس هو نوع مستقل، وليس شكلًا مشوهًا من الإنسان الحديث (العاقل) *Homo sapien*.

في عام 2003، اكتشف العلماء أجزاء من الهيكل العظمي(LB1) الذي لا يقل عمره عن 17 ألف سنة في ليانج بوا بجزيرة فلوريس الإندونيسية. وتم وصف الفرد كنوع جديد من أشباه البشر، لأسباب تعود غالبًا إلى تحليل ملامح الجمجمة والجزء السفلي من الجسم. وشملت عظام معصم LB1 ملامح موجودة بكثير من القردة، وليست لدى الإنسان الحديث. وبدورهم، قام كالي أور وزملاؤه بجامعة مِدويسترن في داونرز جروف، إلينوي، بتحليل عظام معصم من اكتشافات أخرى في ليانج بوا؛ فدعَّمَتْ استنتاجاتهم النتائج الأصلية. فالعظام أصغر من تلك الموجودة في الهيكل العظمي LB1، لكن لها ملامح غير موجودة في الإنسان الحديث وإنسان نياندرثال.

يقول الباحثون إن الاستنتاج يدحض ادعاءات بأن الملامح البدائية لعظام LB1 كانت بسبب الأمراض.

J. Hum. Evol. **64**, 109–129 (2013)

البيئة

القطط هي العدو رقم 1

القطط الأليفة بالولايات المتحدة تقتل طيورًا وثدييات أكثر مما يُعتقد سابقًا، مما يجعلها القاتل البشري (الذي يتربى برعاية البشر) العدو الأول للحياة البرية في البلاد.

وكان سكوت لوسّ وزملاؤه بمعهد سميثسونيان لبيولوجيا الحفاظ، بواشنطن العاصمة، قد أجروا مراجعة منهجية لدراسات عن نطاقات تعداد القطط وسلوكها الافتراسي. وقد حلل الباحثون بيانات لتقدير الوفيات الناجمة عن القطط الأليفة بالولايات المتحدة، بما فيها تلك التي تعيش في المزارع، والقطط المنزلية التي تقضي بعض الوقت بالخلاء، والقطط الضالة التي يطعمها البشر، والقطط البرية.

يقدِّر الباحثون أن هذه القطط تقتل من 1.4 إلى 3.7 مليار طير، ومن 6.9 إلى 20.7 مليار من الثدييات سنويًّا، مما قد يتجاوز أسباب الوفاة الأخرى بسبب الإنسان، مثل تدمير مسكنه الطبيعي، أو الاصطدام بعربة، أو بالمباني.

يقول الباحثون إن هذه الأرقام تشير إلى أن القطط يمكن أن تُعَرِّض أنواعًا حية ببعض المناطق لخطر الانقراض.

Nature Commun. **4**, 1396 (2013)



LAPIEDRAYVES LANCEAU/NATUREPL.COM

RAINA PLOWRIGHT

علم الحيوان

الخفاش مستودع للمرض

تشير دراسة تحليلية واسعة النطاق إلى أن الخفافيش قد تكون أكثر قابلية من القوارض لنقل العدوى الفيروسية لأنواع أخرى من الثدييات، بما في ذلك البشر.

فقد قامت أنجيلا لويس وزملاؤها بجامعة ولاية كولورادو في فورت كولنز بمراجعة الأدبيات المنشورة، بهدف إحصاء وتمييز الفيروسات حيوانية المنشأ، التي يمكنها الانتقال إلى البشر من الحيوانات الأخرى، والتي وجدت في الخفافيش (الصورة) أو القوارض.

وجد الباحثون أن الخفافيش، بمتوسط 1.79 فيروس لكل نوع منها، تحمل فيروسات أكثر بكثير من القوارض، بمتوسط 1.48 فيروس لكل نوع منها.

وأنواع الخفافيش التي تعيش أطول أو تنتج قاذورات أكثر سنويًّا تؤوي فيروسات حيوانية أكثر، وتميل إلى العيش بشكل وثيق مع الأنواع المتقاربة التي كانت الأكثر حشدًا للفيروسات حيوانية المنشأ.

ويعتقد الباحثون أن انتقال الفيروسات يحدث بشكل أكثر تكرارًا بين أنواع الخفافيش، التي تميل إلى العيش بالقرب من بعضها، مقارنةً بالقوارض؛ مما يفسر جزئيًّا ارتفاع معدل انتشار الفيروسات بين الخفافيش.

Proc. R. Soc. B **280**, 20122753 (2013)

JEFFREY JOY

الفيزياء

مصدر منضدي للنيوترون

يحتاج الباحثون المهتمون باستخدام النيوترونات لفحص المواد للحصول على مسرّعات جسيمات أو مفاعلات انشطار، ولكن قد يكون جهاز تصوير النيوترون منضديًّا هو السبيل. وقد استخدم ماركوس روث وزملاؤه بالجامعة التقنية في دارمشتات، ألمانيا، وزملاؤه أشعة ليزر بقوة 200 تيراوات بمختبر لوس ألاموس الوطني بولاية نيو مكسيكو الأمريكية لتوليد شعاع نيوترون ذي طاقة عالية ويمكن توجيهه إلى أجسام ماصّة للنيوترونات.

أنتج الفريق الشعاع بإرسال دفقات الليزر إلى هدف بلاستيكي غني بالديوتيريوم (deuterium)؛ مما دفع الديوترونات deuterons (التي تتكون من بروتون ونيوترون) إلى قضيب بريليوم (beryllium)، قام بدوره بقذف النيوترونات إلى الأمام. استخدمت تقنية الباحثين أقل من ربع طاقة الليزر، وولَّدت حجم نيوترونات أكثر في شعاع موجَّه إلى الأمام، مقارنةً بالأساليب السابقة. ويأمل الفريق باستخدام هذه التقنية إلى إنشاء مصدر نيوترون محمول؛ لاستخدامه بمختبرات الجامعة.

Phys. Rev. Lett. **110**, 044802 (2013)

بيولوجيا التكاثر

تغييرات تتحكم في سن البلوغ

تتم السيطرة على النضج الجنسي لدى إناث الثدييات بواسطة تغييرات محددة في مجموعات كيميائية تتعلّق بالحمض النووي ـ وهو نوع من التغيير اللاجيني ـ الناجم عن العمل المنسّق لجينات متعددة.

يبدأ سن البلوغ مع ارتفاع في إفراز الهرمون المنبه للغدد التناسلية (GnRH)، من منطقة بالدماغ تسمى «تحت المهاد»، لكن آلية التنسيق بين الجينات المعنية غير واضحة.

وكان أليخاندرو لومنِتشي وسيرجيو أوجيدا وزملاؤهما بجامعة أوريجون للصحة والعلوم بمدينة بورتلاند قد توصلوا إلى أن خفض مستويات إسكات الجين لجزيء يدعى (EED) قد يتحكم في سير عملية بلوغ الفئران. وجين (EED) ينظم تعبير جين يسمى (Kiss1)، الذي يشفر البروتين الذي يساعد على تحفيز إنتاج هرمون (GnRH). وإضافة مجموعات الميثيل إلى منطقة تقنين جين (EED) تخفض تعبير هذا الجين قبل بدء البلوغ مباشرة، مما يؤدي إلى ارتفاع في نشاط جين (Kiss1) ودفقات أكثر تواترًا من هرمون (GnRH) بمنطقة تحت المهاد.

Nature Neurosci. http://dx.doi.org/10.1038/nn.3319 (2013)

اختيــار المجتــمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

البيولوجيا الجزيئية

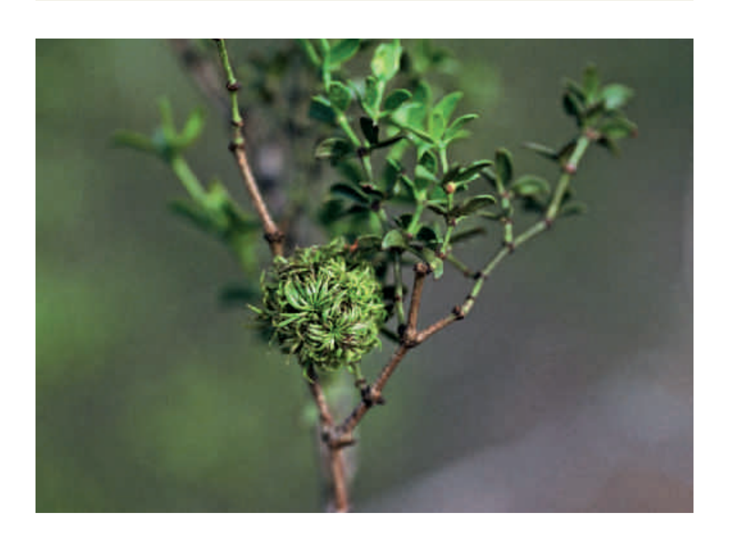
إنتاج بروتين على مدار الساعة

الأكثر قراءة على www.plosbiology.org في شهر يناير 2013

الساعة الجزيئية لا تسيطر فقط على التعبير الإيقاعي (المنتظم) للجينات ذات الدور الفسيولوجي، لكنها أيضًا تنظم تخليق الريبوسوم ـ آلات جزيئية تترجم الحمض النووي الريبي المرسال (messenger RNA) إلى بروتين.

وبدورهم، وجد فريديريك جاشن وزملاؤه بجامعة لوزان في سويسرا أن الحمض النووي الريبي المرسال الذي يشفِّر مكونات آلات الترجمة ـ بما في ذلك بعض مكونات منخرطة في صنع الريبوسوم ـ يتم التعبير الإيقاعي له في كبد الفئران. ويصل إنتاج هذه الأحماض النووية الريبية في الحيوانات الليلية ذروته قبل حلول الظلام بقليل، عندما تكون الطاقة اللازمة لتخليق البروتين غالبًا متاحة.

PLoS Biol. **11**, e1001455 (2013)



التطور

التكافل يؤدي إلى التنوع

كشفت دراسة للحشرات غازية النبات أن التفاعلات بين الأنواع ـ مثل التنافس والافتراس ـ تحفز التنوع، كما هو الحال في العلاقات التكافلية.

وهناك أنواع كثيرة من عائلة حشرات تعرف بـ«ذبابة الجال» تعتمد على الفطريات؛ لمساعدتها على هضم الأنسجة النباتية. وفي المقابل، تضع أنثى ذبابة الجال الخلايا الجرثومية الفطرية بجانب بيضها عند الانتقال من نبتة إلى أخرى. وفي دراسة مسحية للأدبيات المنشورة، وجد جيفري جوي بجامعة سايمون فريزر في بُرنابي، بكولومبيا البريطانية في كندا أن هذه الذبابة المرتبطة بالفطريات تميل إلى استخدام طائفة متنوعة من النباتات المضيفة (في الصورة)، مقارنة بحشرات ليست لها أي ارتباطات.

وكشف تحليل جوي لسلالة ذبابة الجال أن أنواع الحشرات التكافلية أكثر تنوعًا بحوالي 17 مرة من الحشرات غير التكافلية.

إنّ تشكيل علاقة مع الفطريات هاضمة النباتات يمكن أن يسمح بقدر أكبر من التنوع التطوري في الأنواع الأخرى من الحشرات بتزويدها بعدد أكبر من المضيفين المحتملين.

Proc. R. Soc. B http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.2820 (2013)

NATURE.COM

يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال: go.nature.com/latestresearch

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

سياسات

ضبط منظومة الهجرة

في 29 يناير الماضي، تقدّم مشرِّعون أمريكيون بمشروع قانون يهدف إلى تخفيف القيود المفروضة حاليًا على الهجرة، في محاولة لاجتذاب العمال الأكثر مهارة واستبقائهم. وتستثنى مجموعات عدة بموجب مشروع القانون من أقصى حد سنوي لتأشيرات العمالة (140 ألف)، بما في ذلك الأجانب الحاصلين على درجات علمية متقدمة داخل الولايات المتحدة في مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، وكذلك الأساتذة والباحثين البارزين. ويأتي إجراء مجلس الشيوخ في أعقاب خطط لإصلاح منظومة الهجرة التي أعلنها الرئيس باراك أوباما ومشرعون. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/zafspz.

إجازة لقاح للإنفلونزا

أجازت «إدارة الغذاء والدواء الأمريكية» لقاح «فلوبلوك» Flublok في 16 يناير الماضي، أول لقاح للإنفلونزا الموسمية صُنع من البروتينات المُهجنة، وتم إنتاجه في خلايا حشرية مستنبتة في مزرعة. تَستخدِم الطريقةُ القياسية لإنتاج اللقاحات فيروساتٍ معطَّلة، أو تم إضعافها، مستنبتة في بيض الدجاج. وتتم إتاحة إمدادات محدودة من «فلوبلوك» هذا الشتاء، الأمر الذي يسدّ بعض العجز في اللقاحات بالولايات المتحدة التي تعاني من موسم إنفلونزا حاد. وكانت «هيئة بحث وتطوير الطب الحيوي المتقدم» الأمريكية قد أيَّدت مسعى شركة «بروتين ساينسيز» Protein Sciences ـ مقرها مدينة ميريدن بولاية كونيتيكت ـ في تطوير «فلوبلوك». وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/2cpzzy.

السلامة الكيميائية

بدأت لائحة «ريتش» REACH للسلامة الكيميائية في العالم تؤتي ثمارها، وفق مراجعة نشرتها المفوضية الأوروبية في 5 فبراير الماضي. لقد دخلت لائحة «ريتش» الأكثر شمولًا حيز التنفيذ منذ خمس سنوات في أوروبا. واللائحة (وتعني تسجيل المواد الكيميائية، وتقييمها، وترخيصها، وتقييدها) تُلزم الشركات التي تنتج مواد كيميائية أو تبيعها في أوروبا بتسجيل بيانات السُّمِّيَّة على المركبات، وتقديم الاختبارات اللازمة لتوضيح آثارها البيولوجية. وتذكر المراجعة أن اللائحة قامت بتحسين نوعية المعلومات المتاحة عن المواد الكيميائية في السوق ومقدارها، لكن على الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي بذل جهود إضافية؛ لضمان امتثال الشركات لها. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/chusxs.



مقتل قرويين، جراء تسونامي جُزُر سليمان

لقي ستة قرويين ـ على الأقل ـ مصرعهم في جزيرة سانتا كروز في يوم 6 فبراير الماضي، بسبب أمواج عاتية (تسونامي) أعقبت زلزالًا بلغت قوته 8 درجات في جنوب المحيط الهادئ، بعد انطلاق إنذار «مركز التحذير من التسونامي في المحيط الهادئ» ومقره هاواي ـ مُطالبًا بعمليات إجلاء فورية واسعة النطاق. وتُعَدُّ المنطقة التي تقع على الحافة الشرقية لصفيحة أستراليا التكتونية من أنشط بقاع الأرض زلزاليًّا. ويقول الخبراء إنه في أحيان كثيرة يصعب إطلاق إنذارات بحدوث (تسونامي) في جميع الأرخبيلات البعيدة في المحيط الهادئ، مثل جزر سليمان. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/z6zjk3.

أرقــام

3.25 مليار دولار

إنّ هذا المبلغ، إضافة إلى عوائد الملكية الفكرية، هو الذي تعهدت بدفعه شركة «بَيوجين أيْدك» Biogen Idec ـ وهي شركة أدوية، مقرها مدينة ويستون بولاية ماساتشوستس، نظير حقوق دواء «تِّيسابري»؛ لعلاج تصلب الأنسجة المضاعف، الذي طورته شركة «إيلان» Elan، ومقرها العاصمة دبلن بأيرلندا. وقد بلغت مبيعات «تِّيسابري» في العام الماضي فقط 1.6 مليار دولار أمريكي.

أبحاث

اختراق معهد أبحاث

اختُرِق الموقع الإلكتروني لـ«معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا» في مدينة كمبردج الأمريكية في 22 يناير الماضي، وذلك للمرة الثانية خلال أسبوع واحد. جاءت الهجمات بمثابة احتجاج على انتحار آرون شوارتز؛ وهو ناشط الإنترنت الذي قتل نفسه في وقت سابق من هذا الشهر. كان شوارتز يواجه اتهامًا باستخدام شبكات بيانات «معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا» بطريقة غير مشروعة، من أجل تحميل ملايين المقالات الأكاديمية من موقع الأرشيف العلمي JSTOR. وكان شوارتز يواجه عقوبات وصلت إلى سجنه 35 عامًا، ودَفْع غرامات كبيرة. وقد طلب «معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا» من أحد خبراء الكمبيوتر بالمعهد، هال أبيلسون، مراجعة سلوك الجامعة في هذا الشأن. ويتوقع أبيلسون إعداد تقرير كامل في الأسابيع القليلة المقبلة.

مطالب بتقليل أبحاث

أُخطرت «معاهد الصحة الوطنية الأمريكية»، في 22 يناير الماضي، بإنهاء نصف التجارب الجارية على قردة الشمبانزي بمعاملها، وإيواء معظم أفرادها البالغ عددهم 360 في مأوى. وجاء الاقتراح في تقرير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قدَّم مستشارون مستقلون، قالوا فيه إن نحو 50 قردًا من نوع الشمبانزي عدد كافٍ لتلبية الاحتياجات البحثية المستقبلية. ومن المتوقع أن يعلن مدير «معاهد الصحة الوطنية»، فرانسيس كولينز، في أواخر مارس 2013 عمّا إذا كانت الوكالة ستقبل التوصيات الواردة في التقرير، أم لا. ويأتي هذا التقرير استجابةً لإيعاز من «معهد الطب» في واشنطن العاصمة، الذي أعلن في عام 2011 أن معظم أبحاث الشمبانزي غير ضرورية.

بعثة الهند إلى القمر

ستكون بعثة الهند الثانية إلى القمر ـ المقرر إطلاقها في عام 2015 ـ شأنًا منفردًا، وليست مشروعًا مشتركًا مع روسيا، مثلما كان مقترحًا في الأساس. صرح بهذا عالِم كبير في وكالة الفضاء الهندية لمجلة «نيتشر» في 22 يناير الماضي. وكانت روسيا قد وافقت في 2007 على توفير وحدتي هبوط واستطلاع للبعثة، لكنها تراجعت بعد إخفاق البعثة الروسية في الهبوط على القمر «فوبوس» الذي يدور حول المريخ في نوفمبر 2011؛ ما أدى إلى مراجعة تكنولوجيا الهبوط. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/izhskf.

لقاح السل يتلقى ضربة

في الوقت الذي تشتد فيه الحاجة إلى لقاح جديد لمرض السل، فشل أبرز اللقاحات المرشحة في حماية الأطفال أثناء تجربة إكلينيكية كبرى. هذا.. ولا تُظهر نتائج تجربة لقاح MVA85A في جنوب أفريقيا ـ التي نشرت في مجلة «لانسيت» ـ "فعالية كبيرة" ضد مرض السل. وتمثل النتائج ضربة قوية لمجتمع أبحاث مرض السل؛ فقد كان من الممكن أن يكون لقاح MVA85A بمثابة داعم للقاح BCG المستخدم في جميع أنحاء العالم ضد مرض السل، ولكن فعاليته متباينة الأثر. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/9ppuob.

أعمال

نجاح مضادات الانتساخ

أقرّت «إدارة الغذاء والدواء الأمريكية» دواءً لمكافحة الكوليسترول، يعتمد على تقنية مضادات الانتساخ؛ التي تستخدم حمضًا نوويًّا اصطناعيًّا لتثبيط مرسال الحمض الريبي النووي، و(تعطيل) الجينات المستهدفة. ففي 29 يناير الماضي، تم إقرار دواء كَيْنامرو kynamro (ميبومرسن mipomersen)، الذي يمنع إنتاج بروتين يدخل في نقل الكوليسترول. سيستخدم الدواء فقط لعلاج مرضى يعانون من حالة حادة من مرض فرط كوليسترول الدم العائلي؛ وهي حالة نادرة تتسبب في مستويات عالية جدًّا من الكوليسترول في الدم. وتم تطوير كَينَامرو بواسطة شركة «إيزيس للمنتجات الدوائية»، التي مقرها مدينة كارلسباد، بولاية كاليفورنيا. وسوف يصبح الدواءُ مضادّ الانتساخ الوحيدَ المتاح بالأسواق في الوقت الحاضر. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/aieoww.



شخصيات

رحيل رئيسة USGS

أعلنت مارسيا مَاكْنتّ (في الصورة) ـ رئيسة «هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية» USGS ـ استقالتها من منصبها في 15 فبراير الماضي. وكانت مَاكْنتّ ـ وهي متخصصة في مجال فيزياء الأرض ـ قد اعتزمت البقاء للإشراف على إطلاق القمر الصناعي "لاندسات 8" لرصد الأرض في يوم 11 فبراير الماضي. وتُعَدّ استقالتها أحد تغييرات عديدة في قيادات الوكالات الوطنية، فيما يستهل باراك أوباما فترة ولايته الثانية رئيسًا للولايات المتحدة. وكان كين سالازار قد أعلن ـ في 16 يناير الماضي ـ استقالته من منصبه كوزير للداخلية، وهي الجهة المشرفة على «هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية».

وفاة عالِم من NAS

في 22 يناير الماضي، توفي ديفيد كوكس، رائد أبحاث الجينوم، والنائب الأول لرئيس شركة «فايزر» للأدوية، ومقرها في المملكة المتحدة. وتهدف مجموعة كوكس البحثية في شركة «فايزر» إلى إيجاد وسيلة لترتيب المشاركين في التجارب الإكلينيكية على أساس المحتوى الوراثي الخاص بهم. وكان ديفيد عضوًا في إحدى المجموعات البحثية التي قادت «مشروع الجينوم البشري»، كما أجرى أبحاثًا على الأساس الجزيئي للأمراض الوراثية البشرية في جامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا، كما كان أيضًا عضوًا في «الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم».

تمويل

تمويل حملات الإغاثة

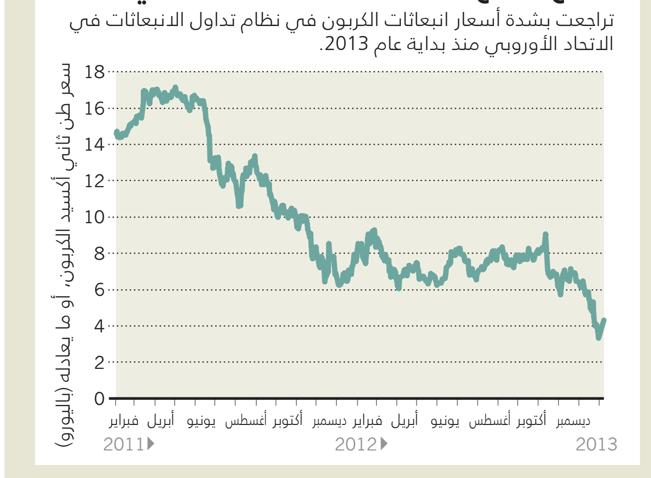
اعتمد «مجلس النواب» الأمريكي في 15 يناير الماضي حوالي 50 مليار دولار لتمويل الإغاثة في حالات الطوارئ، من أجل مساعدة الساحل الشرقي على التعافي من الدمار الذي خلَّفه إعصار "ساندي" في العام الماضي. وتشمل حزمة المساعدات ما يقرب من 194.5 مليون دولار لأمر «الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي»؛ من أجل تحسين تدابير التنبؤ بالطقس ورصده، ومبلغ 15 مليون دولار إلى وكالة «ناسا»؛ لترميم المنشآت المتضررة. وقد أقر «مجلس الشيوخ» مشروع القانون في الأسبوع الرابع من يناير الماضي.

دَعْم للصندوق العالمي

أعلنت ألمانيا عن تبرعها بمبلغ مليار يورو (1.3 مليار دولار أمريكي) لصالح الصندوق العالمي لمكافحة الإيدز والسل والملاريا، وذلك للفترة من عام 2012 إلى 2016، منها 600 مليون يورو مخصصات جديدة. يمثل التبرع المعلَن في 24 يناير الماضي دعمًا للإصلاحات الإدارية وتغييرات الموظفين التي قام بها الصندوق في نوفمبر الماضي؛ لمعالجة ادّعاءات بفساد بين الحاصلين على المِنَح. ومن المتوقع أن تعلن دولٌ أخرى عن إسهامات مستقبلية في الصندوق العالمي، من خلال اجتماع لجمع التبرعات في شهر سبتمبر المقبل.

مراقبة الاتجاهات

تراجع أسعار تصاريح انبعاث طن من غاز ثاني أكسيد الكربون في أسواق التداول الأوروبية تراجعًا سريعًا. ويعود السبب في هذا إلى تراجع النشاط الصناعي؛ ما ترتب عليه انخفاض الانبعاثات عن الحد الأقصى الذي أقره السياسيون انخفاضًا ملحوظًا، تاركا السوق الآن غارقًا في تصاريح غير مطلوبة. وتُقدِّر شركة «طومسون رويترز بوينت كربون» Thomson Reuters Point Carbon، وهي شركة استشارية، مقرها أوسلو، وفرة المعروض بحوالي 2 مليار طن من تصاريح انبعاث الكربون حتى عام 2020 (أي ما يعادل انبعاثات سنة واحدة من مصادر التلوث في مخطط التداول كافة).



NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة على:
go.nature.com/news

أخبــار في دائرة الضـوء



G.M.B. AKASH/PANOS

نساء بنجلاديشيات تَلَقَّيْنَ نصائحَ حول التغذية، في إطار برنامج مساعدات، لكن قليلات منهن استطعن تطبيقها.

العلوم الاجتماعية

مشروعات المساعدات الدولية تحت المجهر

الاستعانة بتقنيات البحث الإكلينيكي؛ لتقييم فعالية مبادرات المساعدة.

ناتاشا جلبرت

منذ زمن ليس ببعيد، اكتسبت كلمة «بحث» سمعة سيِّئة في أوساط الدوائر الدولية للتنمية. فقد كانت النظرة السائدة أنّ من الأجدر إنفاق الأموال والوقت في تنفيذ مشروعات المساعدة، بدلاً من إجراء تحليلات مفصلة حول جدوى هذه المشروعات. فتقييم معظم المشروعات كان محدودًا بإحصاء حجم الأموال التي أنفقت، وما إذا كانت هذه المشروعات قد أصابت غاياتها المحددة، أم لا.

بدأ هذا الوضع في التبدُّل مؤخرًا. ففي الأشهر القليلة الماضية، أُطلِقت بشكل مكثف دراسات لتقييم مشروعات المساعدة، كبرامج تدريب المزارعين، أو علاج ومكافحة ديدان الأمعاء. وتعكس هذه الدراسات عقلية تحليلية أكثر، ظهرت في العقد الماضي بين خبراء التنمية، وانطلقت من الحاجة إلى طمأنة المانحين المترددين بأن استثماراتهم تؤتي أُكُلَها. واستنادًا إلى أساليب مستخدَمة في الدراسات الإكلينيكية، فإنّ هذه التحليلات قد تساعد في توجيه السياسة، لكنها أيضًا تثير مخاوف قد تهدد بإلغاء هذه البرامج قبل انتهائها، إذا تبيَّن أن نتائجها الأولية مخيبة للآمال.

يقول ماكارتّن همفريز، اقتصادي التنمية العالمية بجامعة كولومبيا في نيويورك: «كلما كانت دراسات تأثير برامج التنمية أكبر وأكثر حَذرًا، لاحظنا ظهور نتائج سلبية أكثر فأكثر».

واحتلت مؤسسة تحديات الألفية (MCC) ـ وهي وكالة أمريكية تقدم المساعدات للدول الأجنبية ـ دورًا رياديًّا في التقييم الذاتي، وذلك بالتزامها استخدام أساليب علمية في تحليل نجاح 40% من مشروعاتها. وأظهر تقييمها الأول لنشاطات تدريب المزارعين ـ في خمس دول، منها أرمينيا، والسلفادور، وغانا ـ نتائج متفاوتة.

وقد أظهرت التقييمات التي نُشرت في أكتوبر 2012، أنه في ثلاث من هذه الدول، ساعدت المشروعات في تدريب المزارعين على قضايا تتعلق بإدارة الأعمال والمهارات الزراعية، وساعدتهم في رفع بيع تاجهم الزراعي، وبالتالي زيادة عوائد المزرعة. وبعكس الفرضية القائلة بأن زيادة الإنتاج الزراعي تخفف من الفقر، لم يكن هناك دليل على زيادة التَّدفق النقدي لعائلات هؤلاء المزارعين. وهذا أثر ليس بمقدور مؤسسة تحديات الألفية تبريره بسهولة. يقول ويليام سيڤدوف، باحث في الاقتصاد والتنمية الاجتماعية، يعمل بمركز التنمية العالمية (CGD) بواشنطن العاصمة، ولم يشارك في عملية التقييم: «بإنجاز هذه الدراسات، فإننا نقوم بدفع حواجز الجهل إلى الخلف». ويضيف: «هم يجبروننا على التشبث بما نفعله، ولا يعرفون الارتباط بين التوسُّع الزراعي والفقر».

استندت تقييمات مؤسسة تحديات الألفية الخاصة بالتدريب الزراعي على دراسات (تجارب) عشوائية تحت السيطرة. ويُعتبر هذا النوع من الدراسات، عماد الأبحاث الإكلينيكية. وفي أبحاث التنمية، تقضي التجارب العشوائية التي تحت السيطرة بإدراج أشخاص للاشتراك في مشروعات المساعدة عشوائيًّا، وذلك بإمداد بيوتهم بناموسيات (شبكات) لحمايتهم من البعوض الناقل للأمراض، مثلاً، بعدها تتم متابعتهم ومقارنتهم بعدد مساو من الأشخاص الذين لم يتلقوا مثل هذه المساعدات. هذا البروتوكول يمكِّن الباحثين من تقييم استراتيجية تنمويَّة معينة، فيما إذا كانت تعطي نتائج ملموسة في حياة ◄

الأشخاص عند تطبيقها عليهم. تقول خبيرة الاقتصاد التنموي راشيل جلنرستر: «نعتقد أنَّ التجارب العشوائية التي تحت السيطرة فعالة جداً، لكنها ما زالت قليلة الاستخدام» وتعمل جلنرستر مديرة بـ«مختبر عبد اللطيف جميل لمناهضة الفقر» (J-PAL) بمعهد تكنولوجيا ماساشوستس في كمبريدج.

وتعتقد جلنرستر أنَّ الباحثين بـ«مختبر عبد اللطيف جميل لمناهضة الفقر» يعتمدون بشكل كبير على التجارب العشوائية التي تحت السيطرة في تقييم برامج المساعدة، إلّا هذه النوعية من التجارب، لا تُعتبر مقياسًا ذهبيًّا للأبحاث لدى الجميع. فمثلاً، يُبْدي جفري ساكس ـ اقتصادي التنمية المستدامة بجامعة كولومبيا ـ قلقه حيال كون هذه التجارب لا تمثِّل طريقة أخلاقية لتقييم المشروعات التنموية، وذلك لأنها ـ حسب رأيه ـ تمنع وصول المساعدات للمجموعات الضابطة. ومع ذلك.. ما زالت تُجرى تجارب عشوائية كافية، بحيث يتسنى للباحثين البدء في إجراء مراجعات منهجية؛ للوقوف على جدوى تدخلات معينة للمساعدات، إلا أن هذه التحليلات تجذب إليها قدرًا من الانتقاد كذلك.

ففي العام المنصرم، مثلاً، وَجَدَتْ مراجعة ممنهجة لبرامج تهدف إلى معالجة الأطفال في الدول النامية من ديدان الأمعاء دليلًا محدودًا على فوائد غذائية أو إدراكية أو تعليمية. (D. C. Taylor-Robinson *et al*. *Cochrane DB Syst*. *Rev*. 2012; CD000371). وقد أُجْرِيت الدراسة بواسطة مؤسسة تعاون كوكرين، التي مقرها أكسفورد بالمملكة المتحدة، وهي معروفة بمراجعاتها المنهجية في مجال العلاجات الطبية.

وتجادل مجموعة باحثين في مجال التنمية ـ من بينهم جلنرستر، ومشاركون في مشروعات طرد الديدان ـ بأن هناك دراسات رئيسة ـ حذفت من المراجعات الممنهجة، أو أهميتها ـ أتت بنتائج تُبيِّن تحقيق فائدة على مستوى الأداء المدرسي. تقول جلنرستر: «لقد انتقدنا المراجعات المنهجية، لأنه ـ كما يبدو ـ أُخذت حفنة من الدراسات فيها، واستخرجت متوسطاتها، ومن ثمَّ التوصل إلى نتيجة تُبيِّن أنَّه لم يكن هناك تأثير لهذه المشروعات، بينما في الحقيقة إذا نظرنا إلى دراسات أولية عالية الجودة منها، نلحظ وجود تأثير».

أما ديفيد تيلور روبنسون، وهو عالم الصحة السكانية بجامعة لفربول بالمملكة المتحدة، والمؤلف الرئيس للمراجعة المنهجية المذكورة، ومؤيد لنتائج الدراسة، فيقول: «كان تحليلنا محدودًا بالدراسات العشوائية تحت السيطرة، بحيث تمَّت بها مقارنة إعطاء الدواء أو العلاج الوهمي (بلاسيبو)، أو عدم إعطاء علاج». وأضاف قائلاً إنَّ ثلاث دراسات تُظهر نتائج إيجابية للمشروعات، لم تتوفر بها المواصفات المطلوبة، وبذلك لم يتم ضمها إلى دراسة المراجعة المنهجية.

ولمساعدات هذه المراجعات المنهجية، تعمل منظمة المبادرة الدولية لتقييم الفعالية(3ie) ـ وهي منظمة غير ربحية تنشط من واشنطن العاصمة وتقوم بتمويل وإجراء أبحاث تقييم مشروعات المساعدة ـ على إنشاء قائمة بيانات، يقوم الباحثون بتوثيق دراساتهم فيها. ومن المتوقع أن تبدأ هذه الخطوة لاحقًا هذا العام. وتهدف المبادرة في نهاية الأمر إلى توفير قائمة تامَّة بتقييمات لمشروعات المساعدة، وتشمل عدة أنواع من تدخلات الإعانة، بحسب هوارد وايت، المدير التنفيذي للمنظمة.

والهدف من هذا المشروع هو مساعدة الباحثين في تجنب الأخطاء التي قد يقعون فيها عند إجراء مراجعات منهجية لمشروعات تنموية، كالقيام بضم نتائج إيجابية، أو إقصاء نتائج سلبية بشكل انتقائي. وما زال غير واضح ما إذا كان سيُطلب من الباحثين القيام بتسجيل دراساتهم قبل نشر نتائجها بالمجلات الأكاديمية، كما هو الحال في دراسات التجارب الإكلينيكية ببعض الدول، أم لا.

> **NATURE.COM**
> **اقرأ في نيتشر عن العلوم في أفريقيا، من خلال:**
> go.nature.com/ylnyfw

وفي هذه الأثناء، يقوم باحثون بحقل التنمية الدولية بتطبيق «نظرية التغيير»، وهي أسلوب تحليلي يسعى لفهم كيف تؤدي سلسلة أحداث إلى نتيجة محددة. يقول وايت: «فلسفيًّا، لا نحتاج إلى فهم آليات السببية؛ لنقول إنَّ هناك علاقة بين علاج ما ونتائجه». ويضيف: «لكننا نريد معرفة المزيد عن التسلسل السببي لترشيد التحليل، وفهم أسباب نجاح بعض البرامج بأماكن معينة، وفشلها في أخرى».

قام البنك الدولي في عام 2005 بإجراء تحليل مشابه [للمراجعة المنهجية] لبرامجه الهادفة إلى خفض مستويات سوء التغذية في بنجلاديش. تم تنفيذ هذا البرنامج بين عامي 1995 و2002 بتطبيق نشاطات تهدف إلى تعليم الأمهات عن تغذيتهن أثناء فترة الحمل وتغذية أطفالهن. بدايةً، أشيد بانخفاض مستويات سوء التغذية بمناطق البرنامج كنجاح، لكن تقييمًا أظهر أن اتجاهات مماثلة حصلت بمناطق الحصر والمقارنة، مما يشير إلى أنَّ البرنامج لم يكن العامل الدافع وراء انخفاض مستويات سوء التغذية بالمناطق التي غطاها.

وأظهرت التحليل أنَّ أسباب فشل البرنامج في إحداث فروق ملموسة، قد تعود إلى ميل الآباء إلى تولِّي المسؤولية عن نوعية الطعام الذي يدخل بيوتهم؛ ولذا.. لم تستطع النسوة تطبيق الثقافة الغذائية التي تلقينها من البرنامج.

وبرغم أن هذه الاكتشافات محزنة، يعتقد همفريز أنَّها جزء من تغيير ثقافي مهم بدوائر التنمية. ويجادل بأن الحصول على نتائج سلبية، جزء مهم بعملية البحث، ومن المهم أن يصبح الباحثون والممولون أكثر تقبلًا لها. وإنْ لم يصبحوا كذلك، «فهناك خوف من أنه عندما يرى الناس نتائج سلبية؛ فسيوقفون تمويل هذه البرامج؛ وينسحبون من جهود البحث معًا». ■

تمويل

أوروبا تقلِّص من خطط البحوث العلميّة

قادة الاتحاد الأوروبي يقترحون خفض 13% من مطالب المفوضية.

أليسون أبوت

مع نهاية اجتماع طويل وعصيب ـ عُقد في أوائل شهر فبراير الماضي ـ خَفَتَ ضوءُ الخطة الاستراتيجية الطموحة لبرنامج الأبحاث الأوروبي القادم، حيث اتفق قادة سبع وعشرين دولة من الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي على تقليص الميزانية الإجمالية للأعوام 2014– 2020.

وقد قلَّص الاتفاقُ الميزانيةَ المقترحة من المفوضية الأوروبية في نوفمبر 2011 لبرنامج الأبحاث «هورايزون 2020» بحوالي 13%، بما يعادل 69.24 مليار يورو (108 مليار دولار أمريكي)، وهو ما يعني أن العام الأول من البرنامج الجديد ستكون ميزانيته أقل من ميزانية العام الأخير للبرنامج السابق له.

تقول هيلجا نوفوتني ـ رئيس «مجلس البحوث الأوروبي» ERC ـ في تعليق لها على القرار: «يبدو الأمر الآن ـ مع كل المباحثات التى تمت على الطاولة من أجل دفع عجلة البحوث في أوروبا ـ أن هذا القرار جاء مخيبًا للآمال».

كما خفَّضَ قادةُ الاتحاد الأوروبي أيضًا من تمويل مشروعات علميّة محددة، بما في ذلك نظام «جاليليو»، وهو نظام الملاحة الأوروبي المرتكز على الأقمار الاصطناعية، لكنهم طالبوا المناطق والدول الفقيرة باستخدام المزيد من دعم الاتحاد للإنفاق على العِلْم.

يشير المتحدث باسم المفوضية إلى أنه حتى مع الميزانية المخفضة لبرنامج «هورايزون 2020»، فإنها تسجل ارتفاعًا كبيرًا في تمويل البحوث العلمية، مقارنةً بـ55 مليار يورو للبحوث في ميزانية 2007-2013.

عوَّل «مجلس البحوث الأوروبي» ـ الذي أُسِّس في عام 2007، وحصل على عديد من المِنَح، نظير تميُّزه البحثي ـ على زيادة أكبر في التمويل، إذ كان يأمل في الحصول على شريحة تمويلية قدرها 13 مليار يورو من ميزانية برنامج «هورايزون 2020»؛ كي يساعد في تعزيز معدل النجاح الحالي البالغ 12% من مقترحات المشاريع التي تعرض عليه لتمويلها. ولم يقدم المجلس تفاصيل حول

المزيد أونلاين

القصة

يطلق علماء الرياضيات مبادرة (Episciences) لحرية الوصول للمجلات العلمية، كمحاولة لإخراج الناشرين من دائرة النشر
go.nature.com/fdrnkt

أخبار أخرى

- الطُعم البرازي يتفوق على المضادات الحيوية في بعض التلوثات المعوية go.nature.com/xnezx9
- خلاف دولي حول الفيروس التاجي المكتشف بالمملكة العربية السعودية go.nature.com/vzlgyo
- كوريا الجنوبية تراهن بمليار دولار على قوة الانشطار go.nature.com/y1ryj2

نشرة «نيتشر» الصوتية:

nature podcast

جينات تدفعك للحفر/ علماء الآثار التجريبيون/ متاجرة العلماء غير القانونية
go.nature.com/mzu7it

كيفية توزيع الاقتطاعات من خلال ميزانية برامج بحوث «هورايزون 2020».

لم يصدِّق البرلمان الأوروبي بعد على قرار المجلس؛ إذ سوف يدلي السياسيون بأصواتهم في وقت ما خلال الأشهر الثلاثة القادمة. وكان البرلمان قد دعا إلى ميزانية قوية لبرنامج «هورايزون 2020»، قدرها 100 مليار يورو (طالع مجلة نيتشر **489**، 188- 189؛ 2012).

وقد تعهَّد بعض البرلمانيين البارزين، ومن بينهم كريستيان إهلر ـ مقرر برنامج «هورايزون 2020» ـ بالنضال من أجل الحصول على المزيد من الدعم، لكنّ مراقبين يقولون إن ما تم وراء الكواليس من مفاوضات بين المفوضية والمجلس والبرلمان خلال الأشهر الماضية يرجِّح بأن البرلمان لن يتبنى هذا الاتجاه.

إن اقتراح المجلس بأن المزيد من التمويلات الداعمة لتماسك وحدة دول الاتحاد الأوروبي في الأبحاث العلمية قد تم استخدامها ـ تاريخيًّا ـ لتعزيز القدرة التنافسية للأقاليم الفقيرة عن طريق تحسين البنية التحتية ـ مثل مد شبكات النقل ـ هو أمر له سبْق زمني. ففي العام الماضي، تلقت اليونان منحة، تقدر بـ 3.7 مليون يورو، من صندوق دعم التماسك لصالح عالِم البيولوجيا الجزيئية جورج كولياس من مركز بحوث العلوم الطب حيوية «ألكسندر فليمنج» القريب من أثينا. وسوف يستخدم كولياس المنحة في تجهيز وتشغيل الجانب اليوناني من مشروع «إنفرافرونتير» Infrafrontier، الذي يهدف إلى التصنيف والتوصيف الجيني للأنماط الظاهرية للفئران المتحولة.

يقول كولياس: «هذا المشروع سيتيح لكل علماء اليونان وصولاً أسهل لأدوات جينية عالية التقنية».

وقد حدَّد المجلس ميزانيات منضبطة محددة لثلاثة برامج كبيرة للبنية التحتية العلمية، خارج نطاق برنامج «هورايزون» 2020. أمّا عن توصيات المجلس، فهي خفض ميزانية المفوضية لمشروع «جاليليو» بنسبة 10%، ولمشروع «نظام الملاحة العالمي لرصد كوكب الأرض» GMES، بنسبة الثلث تقريباً. ومع ذلك.. فقد خصَّص المجلس 2.7 مليار يورو لمفاعل الانصهار النووي التجريبي «ITER»، الذي اقترحت المفوضية ألّا يتم تمويله.

وتحذر نوفوتني: «إن النقاشات لم تنتهِ بعد، وعلينا جميعًا الانتظار لنرى الأرقام والاتفاق النهائي». ■

طاقة نووية

تصاعد المخاوف من الزلازل بمفاعلات اليابان

يقول المفوضون بسلطة التنظيم النووي اليابانية إن الصدوع (الفوالق) الجيولوجية تجعل إعادة بعض المفاعلات للعمل خطرًا بالغًا.

ديفيد سيرانوسكي

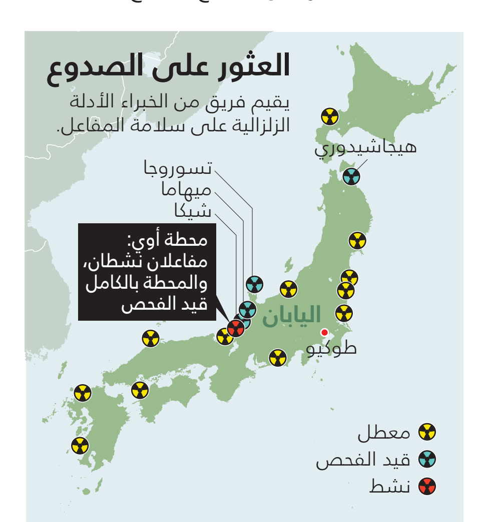
ارتطمت خطط إعادة تشغيل بعض من 50 مفاعلًا نوويًّا في اليابان ـ كانت قد تعطلت منذ كارثة فوكوشيما دايانشي في مارس 2011 ـ بعائق اسمه كونيهيكو شيمازاكي. وتريد الصناعة النووية ـ مدعومة بتشجيع الحكومة الجديدة الحريصة على الطاقة النووية ـ العودة بالمحطات للعمل؛ للوفاء باحتياجات البلاد من الطاقة. وقبل أن تتمكن من القيام بذلك، يجب على شيمازاكي ومجموعة من 16 جيوفيزيائيًّا آخرين يعملون لصالح «سلطة التنظيم النووي» NRA بالبلاد أن يؤيدوا مزاعم الصناعة بأن المحطات لا تواجه تهديدًا زلزاليًّا خطيرًا.

وبحسب تقاريره الأولية، لن يقبل شيمازاكي تلك المزاعم بسهولة. ففي 28 يناير الماضي، أثار شيمازاكي ـ المفوض بسلطة التنظيم النووي، الذي حذر في 2004 من أن ساحل فوكوشيما أكثر عرضة لتسونامي مما يدَّعي المسؤولون ـ غضب أنصار الطاقة النووية، عندما رفع تقريرًا بنتائج فريقه؛ خلص باحتمال وجود صدع نشط تحت محطة «تسوروجا» Tsuruga النووية، التي كان مقررًا إعادة تشغيلها. وإذا أيدت «سلطة التنظيم النووي» النتائج، كما هو متوقع، فلن يتم السماح للمحطة بالعمل.

وما زالت تقديرات الفريق محل تساؤل، ليس من قِبَل الصناعة النووية فحسب، بل إن علماء الزلازل تساورهم الشكوك بأن الصدوع (الفوالق) التي استقصاها فريق شيمازاكي لا تتفق وتعريف «سلطة التنظيم النووي» لمدلول «نشطة»، أي أن الصدوع أطلقت زلازل خلال المئة وعشرين ألف سنة الماضية أو نحوها. في بعض الحالات، يقول النقاد إن الشقوق ليست خطيرة، وحتى بعضها قد لا يكوِّن صدعًا على الإطلاق.

يقول كوچي أوكومورا، عالِم الزلازل القديمة بجامعة هيروشيما: «إنهم مفرطون في الحذر؛ لتجنب الانتقاد فقط». ويضيف أوكومورا، الذي كان عضوا بلجنة خبراء فرعية منبثقة عن مفوضية السلامة النووية التابعة لمجلس الوزراء، حتى تم استبدل بها سلطة التنظيم النووي في سبتمبر 2012: «هم يعتقدون أنهم سوبرمان الذي جاء لينقذنا من الأشرار».

يقيم فريق شيمازاكي خمس محطات، تضم 12 مفاعلًا، إضافة إلى «مونجو» Monju، المفاعل التجريبي السريع المغلق (انظر «العثور على الصدوع»). وأربع من المحطات



الخمس بصدد إعادة التشغيل؛ وفي الخامسة يعمل بالفعل اثنان من مفاعلاتها الأربعة. وغالبًا ما تكون نتائج الفريق مخالفة لتقييم الصناعة.

وتبعد مفاعلات محطة تسوروجا، مثلًا، 250 مترًا عن صدع معلوم. وأظهرت أعمال الحفر التي أجرتها الشركة المالكة للمحطة، شركة اليابان للطاقة الذرية، أن الأرض قد تزحزحت عبر الصدع، ما يشير إلى أن الصدع كان نشطًا. وخلص خبراء الشركة إلى أن الحركة قد حدثت قبل عتبة المئة وعشرين ألف عام.

وعندما فحص خبراء شيمازاكي الخندق الذي حفرته الشركة، وجدوا علامات حركة أكثر حداثة، ودليلًا على امتداد للصدع يقع مباشرة تحت أحد مفاعلاتها. لذا.. يقول شيمازاكي: «إذا نظرتم إلى الإزاحة والميل، ستبدو لكم كما لو كانت تتمة للشق الممتد تحت المفاعل».

برزت مشكلات أيضًا في مسح أجرته «شركة كانساي للطاقة الكهربائية KEPCO لمحطتها في «أوي» Oi، التي تضم المفاعلين الوحيدين اللذين يعملان في اليابان. فالمحطة شطرها صدع، تقول عنه كيبكو إنه غير نشط، لكن شيمازاكي يقول إن بيانات حاسمة ومهمة من الخندق الأصلي الذي حفره باحثو كيبكو مفقودة. وفي ديسمبر الماضي، أعلن شيمازاكي أن مجموعته قد عثرت على صدع نشط قرب محطة «هيجاشيدوري»، وبها مفاعل واحد متعطل، وآخر قيد الإنشاء، واثنان آخران يُزمع إنشاؤهما. وهناك تقرير كامل يُتوقع صدوره قريبًا، لكن «شركة توهوكو للطاقة الكهربائية»، التي تدير المحطة، تقول إنه سوف يسفر عن بيانات تثبت أن الصدوع ليست نشطة. في الوقت نفسه، تم ترتيب إجراء عمليات مسح لدى المحطتين الأخريين ومفاعل «مونجو» هذا العام، لكنّ الناقدين يتشككون في صحة أساليب المجموعة.

يقول أوكومورا إن بعضًا مما ينوه به خبراء شيمازاكي كصدوع قد يكون نِتاج انهيارات أرضية. ويضيف إن المجموعة تفتقر إلى المتخصصين في الصخور والرسوبيات، وهو قصور، تقول «سلطة التنظيم النووي» إنها تشاورت بشأنه مع الخبراء وثيقي الصلة بالموضوع.

وينتاب البعض الآخر قلق من أن المجموعة كانت سريعة جدا في التوصل إلى أنَّ الشقوق التي تم تحديدها خطيرة. لذا.. يقول هاريو يامازاكي، وهو باحث في العلوم الزلزالية التكتونية بجامعة متروبوليتان، طوكيو: «هناك شقوق أينما نظرتم». ويقول إن الجدل ينبغي أن ينصَبّ على ماذا لو أن تلفًا أصاب المفاعلات، إذا ما تحركت الصدوع.

يقول شيمازاكي إن «سلطة التنظيم النووي» سوف تقيم حصانة المحطات وهشاشتها بالنسبة إلى أضرار الزلزال، كما ستقيم التقارير السيزمولوجية (الزلزالية)، لكن المحطات ستواجه مزيدًا من العقبات، إذا أصبحت مسودة اللوائح المنظمة التي تجري صياغتها لدى «سلطة التنظيم النووي» قانونًا دون تغييرات. وحالما يدخل حيز التنفيذ في يوليو القادم، فإن المتطلبات الجديدة الخاصة بفتحات التهوية ومرشحات الإشعاع قد تعني أن مفاعلات محطة «أوي» سيتعين إغلاقها على الفور، بينما أخرى قد لا تعاود التشغيل، دون إجراء تعديلات. ■

NATURE.COM
للمزيد عن زلازل اليابان، والأزمة النووية، طالع:
nature.com/japanquake

زراعة

عودة صدأ البن

باحثون يُعدُّون تقنيات لتثبيط انتشار فطريات البن بأمريكا الوسطى.



HECTOR RETAMAL/AFP/GETTY

مزارعو البن قلقون من تأثير اندلاع الفطريات على المحصول المقبل لثمار البُن

دانيال كريسي

أينما كانت زراعة البُن، وُجِدَ مرض صدأ البن، أو «شقران البن»، لكنَّ حالة الصراع الطويل بين مزارعي البُن والفِطر المسبب لهذا المرض المدمر انفرجت لصالح الفطر. وكإحدى أعتى حالات اندلاع هذه الآفة بأمريكا الوسطى، يحاول الباحثون التَّوَصُّل إلى أحدث الأدوات في جهودهم لمحاربة هذه الآفة، من فك متتابعات جينومها، حتى التهجين لنبات البُن مع سُلالات نباتية مقاومة للآفة.

يُسمى الفطر المتسبب بشَقِران البُن «هيميليا فاستاتريكس». ومع أنَّه لا يتسبب في موت نبات البُن، إلَّا أنَّ، بحسب تقديرات معهد البُن بكوستاريكا، موجة انتشار الفطر الأخيرة سبَّبت انخفاض محصول البُن لموسم 2014/2013 إلى النصف، بأكثر المناطق الموبوءة به بهذا البلد. يقول جون ڤاندرمير، عالم البيئة بجامعة آن آربر بميشيجان، الذي تلقى «تقارير عن دمار محصول البن بنيكاراجوا والسلفادور والمكسيك»، حول اندلاع المرض مؤخرًا: «إنه أسوأ ما رأينا في أمريكا الوسطى والمكسيك منذ وصوله».

NATURE.COM
سُلالات بُن خالية من الكافيين:
go.nature.com/m5e66i

ويُطلعنا ڤاندرمير على أنَّ الوضع بقطعة الأرض التي يجري بها أبحاثه في المكسيك سيئ للغاية، لدرجة تساقط أوراق أشجار البُن، وأنَّ أكثر من 60% من الأشجار مصابة بتساقط 80% من أوراقها، بينما 30% من الأشجار مصابة بتساقط تام لكل أوراقها.

في الثاني والعشرين من يناير الماضي، سنَّت كوستاريكا تشريعات طوارئ؛ لتسريع تدفق أموال الحكومة وتخصيصها لمحاربة الفطر. كما تسارعُ دولٌ أخرى باتِّخاذ خطوات لمحاربة فطر البُن. وأعلنت حكومة نيكاراجوا في تقرير لها، مؤخرًا، عزمها ضم مرض «شَقِران البُن» إلى قائمة مشروعات الأبحاث المُخصَّصة لحماية الزراعة في الدولة.

ظهر فِطر البُن كمشكلة تستدعي الاهتمام في 1869 في سيلان ـ المعروفة اليوم بسريلانكا ـ قبل انتشاره منها إلى بقية دول العالم. يقول ستيوارت ماك كوك، مُؤرِّخ بجامعة جويلف بكندا، مُهتمٌ بدراسة مرض الشَّقران، بأنَّ الطقس الرَّطب بمناطق في سيلان شكَّل ظرفًا مثاليًا لتفشي الفطر بحيث أتلف 90% من محاصيل البُن بتلك المناطق. ولدى مواجهتها لكارثة اقتصادية، تخلَّت سيلان عن محاصيل البُن، وركزت على محاصيل الشاي المشهورة به حاليًا. يقول ماك كوك إن صدأ البُن مرض عالمي، بحيث «لن يكون بالإمكان القضاء عليه؛ إلَّا إذا اقتُلعت كافة أشجار البُن».

وبحلول عام 1970، اكتُشف الفطر في البرازيل، وتفشى بعدها بشدة في كوستاريكا عام 1989، وفي نيكاراجوا عام 1995، كما يقول جاك أڤلينو، عالم أمراض النبات بمركز كوستاريكا للأبحاث الزراعة الاستوائية والتعليم العالي، في سان خوسيه.

وقد أدَّت تغيرات في ممارسات إدارة المرض إلى سيطرة على معظمه. يقول أڤلينو: «لقد اعْتُبِر صدأ البُن مشكلةً محلولةً لدى معظم مزارعي ومؤسسات البُن بالإقليم». ويضيف: «لم يخش الناس هذا المرض». وقد يكون سوء استخدام المبيدات الفطرية أو عدم فاعليتها وراء ترسخه.

في أفريقيا، يعتقد نوح فيري، عالم أمراض النبات بجمعيَّة «كابي» CABI الإنمائية غير الربحية بنيروبي، أنَّ صدأ البن لطالما سبب مشكلات أكبر، رغم أنَّ أنواع البُن المقاومة للمرض في كينيا قللت انتشار الفطر.

قد تكون كولومبيا أقرب الدول من حل هذه المُشكلة. يقول ماركو أوريليو كريستانشو، الباحث بـ«سينيكافيه» Cenicafé، المركز القومي لبحوث القهوة في تشينشينا، بأنَّ الحكومة دعمت جهود البحث لتطوير سُلالات لنبات البُن، ذات مقدرة على مقاومة المرض بواسطة التهجين البيني.

ويعتقد كريستانشو أنَّ استحداث سُلالات مقاومة، بجانب تحسُّن كفاءات رصد الطقس لرفع القدرة على التَّنبُّؤ باندلاع صدأ البن، يعني أنَّ أقل من 10% من أشجار البُن ستكون بحاجة إلى العلاج بالأسمدة المضادة للفطريات، مقارنةً بنحو 60% من الأشجار قبل أربعة أعوام. كما دعمت الحكومة أعمال البحث على جينات الفطر وأشجار البُن.

وأُطلِقت برامج أبحاث كذلك بدول أخرى. ففي الجامعة الريفية الفيدرالية في ريو دي جانيرو بالبرازيل، يعمل ڤالدير ديولا على عزل جينات مقاومة في البُن وإيجاد مؤشرات جزيئية تُميِّز بين مختلف سُلالات الفطر المُمْرِض، يمكن استخدامها لتطوير استراتيجيات مفصلة لمكافحة الفطر. أما في المملكة المتحدة، فيبحث هاري إيڤانز جينوم الفطر المسبب لشقران البُن لدى «كابي» في إجهام. في نيروبي يستخدم فيري أموالاً تصله من وكالة حكومية دولية «الصندوق المشترك للسلع» وكذلك من كينيا، والهند، ورواندا، وأوغندا وزيمبابوي، لمسح أشجار البُن المقاومة للمرض وتحليل أنواع مختلفة من الفطر المُمْرِض.

يقول فيري: «على العلماء مواصلة تطوير أنواع مقاومة للمرض باستمرار، لتفادي صدأ البُن». ويضيف: «على حكومات الدول التي تقوم بزراعة البُن، إدراج الأبحاث الخاصة به على قائمة أولوياتها وتوفير الموارد المطلوبة لذلك».

يعتقد كريستانشو بأنَّ على الدول الأخرى أن تتبنى توجُّهاً متكاملاً، مشابهًا لتوجه وجهود كولومبيا. ويقول: «لسوء الحظ لا نرى تكرارًا لهذه الجهود بأقاليم أخرى بالعالم، حيث من الضروري توفير حلول محلية لمقاومة انتشار هذه الأوبئة». ■

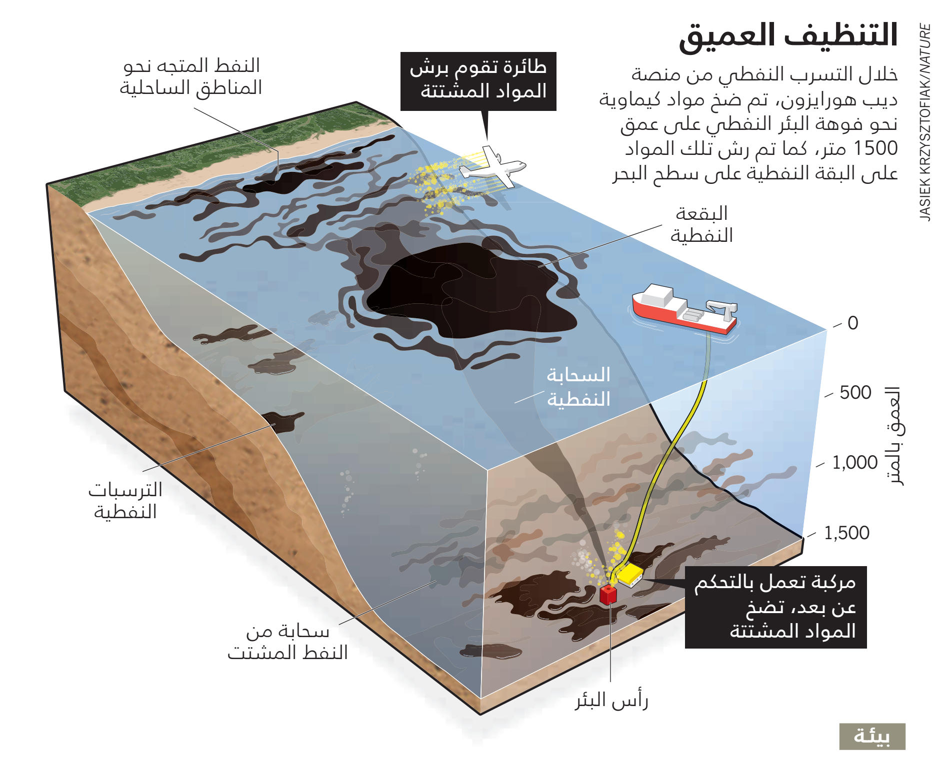
NIGEL CATTLIN/FLPA

فطر البُن «هيميليا فاستاتريكس» يصيب أوراق نبتة البُن بالصّدأ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التنظيف العميق

خلال التسرب النفطي من منصة ديب هورايزون، تم ضخ مواد كيماوية نحو فوهة البئر النفطي على عمق 1500 متر، كما تم رش تلك المواد على البقة النفطية على سطح البحر



بيئة

الباحثون يتداولون بشأن معالجة التسرب النفطي

تؤكد الصناعات النفطية على أن تبقى المواد المشتِّتة جزءًا من الاستجابات الروتينية للانفجارات النفطية بأعماق البحار.

مارك شروب

لم يكن هناك جانب أكثر إشكالية في كافة تفاصيل التسرب النفطي الذي حدث بمنصة «ديب ووتر هورايزون» بخليج المكسيك في 2010 من اتخاذ قرار ضخ جرعات هائلة من المواد الكيميائية المشتتة للنفط الذي يتدفق من أعماق 1500 متر تحت سطح البحر (انظر أعلاه: التنظيف العميق). قال أنصار القرار إن مزيج المذيبات والمنظفات بإمكانه أن يفصل سحابة النفط المتدفق إلى قطرات صغيرة؛ مما يسرّع من عملية تحطيمها، لكن المنتقدين للقرار كانوا يتخوفون من حدوث إضرار بالنظام البيئي في أعماق البحر.

ومؤخرًا، قام علماء مشاركون في المؤتمر العلمي حول التسرب النفطي وعلم النظام البيئي في خليج المكسيك المنعقد في نيوأورليانز بولاية لويزيانا بتقييم النتائج التي ظهرت من هذا الحادث. واستخلص الباحثون استنتاجات مختلفة تمامًا برغم البيانات الشحيحة. ويجادل علماء صناعة النفط بأن 3 ملايين من الليترات المستخدمة كمواد مشتتة قد قامت بدورها كما يُتوقع، وتسببت في الحد الأدنى فقط من الأضرار على النظام البيئي. وبناءً على ذلك..يقولون بأن المواد المشتتة يجب أن تكون خيارًا معياريًّا لمكافحة حوادث الانفجارات النفطية بأعماق البحار في المستقبل. ويقول علماء آخرون بأنه لم تثبت بعد فاعلية استخدام هذه المواد في الأعماق، فلا داعي لمناقشة سلامتها.

قام علماء الإدارة القومية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، وكذلك ممثلو الصناعات النفطية بعرض الكثير من الصور الجوية التي تظهر أن كثافة البقعة النفطية السطحية في خليج المكسيك قد تراجعت بعد استخدام المواد المشتتة، كما أشارت شركة «بريتِش بتروليوم» المالكة للبئر إلى وجود تحسن في نوعية الهواء الذي تم قياسه من قِبَل السفن العاملة في المنطقة، مما يشير إلى تراجع كميات النفط المتدفقة نحو السطح.

وتشير نتائج تحليل عينات مياه البحر التي جمعتها من عدة أعماق خلال حالة التسرب ـ بهدف المراقبة ـ وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى أن المواد المشتتة نجحت في مهمتها، بناءً على البيانات التي قدمها كينيث لي، عالم أحياء بحرية بمنظمة المصايد السمكية والبحار الكندية في دارتموث. قام كينيث لي وفريقه بتوثيق أحجام القطرات المختلفة من النفط والمتسقة مع نتائج التجارب المخبرية التي تقوم بمزج المواد المشتتة مع النفط في خزان مَوجي.

وتقدم بعض النتائج التي عرضت بالمؤتمر دعمًا إضافيًّا لهذه النظرية. فقد استخدم إريك آدمز، مهندس بمعهد تكنولوجيا ماساشوستس في كمبردج مع زملائه خرزات زجاجية كبديل عن النفط في التجارب التي يتم إجراؤها في الخزانات المائية، وبهدف محاكاة حوادث التسرب. ويقول آدمز، بناءً على نتائجه: «إذا كان هدفك هو نشر النفط بعيدًا، فإن المواد المشتتة تساعد في تحقيق ذلك».

وبعين على المستقبل، يقوم معهد البترول الأمريكي ـ وهو مؤسسة صناعية مقرها واشنطن ـ بدراسة أكثر الأساليب كفاءة في ضخ المواد المشتتة إلى التسربات النفطية في أعماق البحار، إضافة إلى دراسة مواصفات تصميمية لأدوات تستخدم لنشر المواد المشتِتة يمكن أن يتم تركيبها على فوهة البئر النفطي في حال حدوث التسرب. قدم أعضاء المعهد نتائج دراساتهم الأولية بالمؤتمر، حيث قالت إميلي كينيدي، محللة السياسات هناك: «نعتقد أن المواد المشتِتة المستخدمة تحت السطح قد لعبت دورًا كبيرًا، وأن جهود الاستجابة كانت تأثيرها إيجابيًّا».

إنّ ثقة قطاع الصناعات النفطية تجعل بعض الباحثين يتخوفون. يقول سين أندرسون، عالم الإيكولوجيا بجامعة ولاية كاليفورنيا، وعضو مجموعة تقوم بدراسة التسرب: «أعتقد أن هذه الاستنتاجات سابقة جدًّا لأوانها[1]، فنحن لا نقول إنه يجب عدم استخدام المواد المشتتة، أو إنها لم تنجز أبدًا، لكن الأمر يتعلق بالحاجة إلى إظهار البيانات لنا؛ حتى نكون واثقين من كون تأثيرها حقيقيًّا».

يورد أندرسون وباحثون آخرون إشارات تفيد بحدوث اضطرابات في فوهة البئر النفطي، مما قد يكون أدى إلى تشتيت كبير للنفط. وبدورها، تشكك كلير باريس ليموزي، عالمة المحيطات بجامعة ميامي في فلوريدا، في بعض هذه الاستنتاجات الإيجابية. وباستخدام نموذج حاسوبي، استنتجت باريس ليموزي وزملاؤها أن المواد المشتتة ربما كان لها تأثير طفيف على كمية النفط الذي وصل في نهاية المطاف إلى السطح[2].

إنّ البيانات تصبح أكثر ضآلة عندما يتعلق الأمر بالتأثيرات على النظام البيئي، الناتجة من المواد الكيماوية المستخدمة، أو من النفط الذي يتم العمل على نشره خلال الأعماق. فمثلًا، استنتج علماء الأحياء العاملون على إجراء التقييم الحكومي لتأثير التسرب النفطي على سَمَك أعماق البحر أنهم لم يتمكنوا من إجراء تحديد كَمِّي لأية تأثيرات، نتيجة غياب البيانات المرجعية حول مجتمعات السَّمَك.

في عام 2010، وجد العلماء أن أنواعًا من المرجان الطري قد تعرضت للموت، نتيجة تأثير النفط المنتشر من التسرب[3]. وقد قدَّم تشارلز فيشر ـ عالِم أحياء أعماق البحار بجامعة ولاية بنسلفانيا ـ تقريرًا في مؤتمر، يشير إلى أن التسرب النفطي أضر على الأقل بأحد تجمعات المرجان العميقة، وربما باثنين إضافيين. وأشار معاونوه إلى فقدان مؤثر لعدة أنواع من حيوانات قاع البحر، مثل الديدان بأسفل مجرى تدفق النفط المتسرب. وفي تجارب أقيمت على متن السفن، أظهر إريك كورديس ـ باحث بجامعة تمبل في فيلادلفيا متعاون مع فيشر ـ أن مزيج المواد الكيماوية المشتِتة للنفط يعتبر سامًّا لأنواع المرجان الطري بأعماق البحار، وهي أنواع تحتاج إلى مئات السنين لتعاود النمو.

ويعترف كورديس بأن استخدام المواد المشتتة يشكل خيارًا صعبًا، ما بين إمكانية تشتيت وتفكيك سريع للنفط المتسرب، مقابل ما يمكن أن يشكل تأثيرًا بيئيًّا أكبر، في حال انتشار جزيئات النفط الأصغر حجمًا، حيث يقول: «لا أعرف حقيقة كيف يمكن الوصول إلى نقطة توازن، لكن شعوري الباطن وما رأيته في التجارب العملية يخبرني أن الأفضل تَرْك النفط يتدفق إلى مسافات أبعد، وأن يبقى لفترة أطول، بدلًا من أن نجد النفط والمواد المشتتة معًا يسببان ذلك القدر من العطب». ■

1. Peterson, C. H. *et al. BioScience* **62,** 461–469 (2012).
2. Paris, C. B. *et al. Environ. Sci. Technol.* **46,** 13293–13302 (2012).
3. White, H. K. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 20303–20308 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تطوير الدواء

أوروبـا تراهن على اكتشـاف الدواء

يأمل المؤيدون أنْ ينجح اتحاد القطاع العام والخاص في إعادة إحياء الصناعة المتدهورة.



PIVOTPARK

الروبوتات بإحدى المنشآت في هولندا تقوم باختبار الفعالية الحيوية للجزيئات.

مونيا بيكر

عمّا قريب، سيعود ضجيج العمل بالاكتشافات الدوائية ليملأ أرجاء المَوْقِعَيْن اللذين أغلقتهما شركة الأدوية العملاقة «ميرك». ويقع أحد الموقعين في إسكتلندا، بينما يقع الآخر في هولندا. ولن يكون الضجيج هذه المرة تجاريًّا كالمعتاد، ولكنه سيكون صوت اتحاد من القطاع العام والقطاع الخاص، وسيقامر هذا الاتحاد مقامرة خطيرة، حيث يراهن بمبلغ 200 مليون يورو تقريبًا (ما يوازي 271 مليون دولار) أنه سيستطيع إنعاش قطاع متدهور في مجال صناعة الأدوية، من خلال الدمج بين الإبداع الأكاديمي وبين التجارب والاختبارات التي تتم على نطاق صناعي واسع، عن طريق استخدام الروبوتات (الميكنة الآلية) لاختبار الفعالية البيولوجية للمواد الكيميائية.

يقول جورج هوسر، أحد مؤيدي الفكرة، ويعمل بشركة «باير هيلث كير» بمدينة فوبرتال بألمانيا: «إذا نجح هذا المشروع؛ فإنه قد يقدم نموذجًا مستقبليًّا لإدارة المرحلة المبكرة لاكتشاف الدواء». وقد تم الإعلان عن المشروع في السابع من فبراير، برعاية المبادرة الأوروبية للأدوية المبتكرة. وتسهم اللجنة الأوروبية بالبرنامج الإطاري السابع بمبلغ قدره 80 مليون يورو في المشروع، بينما يتم توفير الـ116 مليون يورو المتبقية عن طريق الإسهامات العينية من الشركاء الصناعيين والحكومات المحلية.

ويتكون الاتحاد المسمَّى بـ«المصنع الأوروبي الرئيس» European Lead Factory من ثلاثين من الشركاء الأكاديميين والشركات، ويهدف إلى إمداد الشركات بالأدوية المرشحة كعلاجات جديدة. ويعتقد هوسر أن النُّدرة الحالية في الأدوية المحتملة ترجع إلى وجود ثغرات في كل من: نطاق الأهداف البيولوجية التي تستهدفها الصناعة، والمكتبة الكيميائية للمركبات، التي تم فحص واختبار فعاليتها لتلك الأهداف.

ولملء تلك الثغرات، ستقوم المبادرة ببناء وتنقيح تشكيلة مكونة من 500,000 جزيء للاختبارات، سيتم الحصول على 300,000 منها من شركات الأدوية السبع الكبار الشريكة في المشروع. أما الباقي، المزمع أن تغطي أنواعًا من الجزيئات النشيطة بيولوجيًّا التي يندر تمثيلها في المكتبات الحالية، فسيتم تصنيعها وتوزيعها في المختبر، الذي أغلقته شركة «ميرك» في عام 2010، والذي يقع في نيوهاوس في إسكتلندا.

ردود فعل شركات الأدوية

بدايةً من شهر يوليو أو أغسطس القادمين، سوف تتمكن شركات الأدوية الشريكة من استخدام المكتبة ـ بما فيها الجزيئات التي حصلوا عليها من منافسيهم ـ في اختبارات الأدوية الخاصة بهم. كذلك سوف تتمكن أي مجموعة أكاديمية أو أي شركة من طلب إجراء تجارب على جزيئات موجودة بالمكتبة؛ لاختبار تأثيرها البيولوجي. وسيقوم العلماء العاملون في المصنع الرئيس بعمل تلك الاختبارات بدون مقابل، واعتماد أي نتائج مبشرة. وسوف يعمل هؤلاء العلماء تحديدًا في المعمل الذي قامت «ميرك» بإغلاقه في عام 2011 في أوس بهولندا. وستتابع العمل جامعة داندي في إسكتلندا. أما النتائج، فسيتم إعطاؤها بشكل سري للمجموعات التي طلبت إجراء التجارب؛ حتى يتسنى لهم استكمال أعمالهم ومنشوراتهم.

إنّ الأمل معقود على الأعضاء الذين سيبنون على تلك النتائج؛ لتحسين الخواص الحيوية للجزيئات، وجمع الأدلة للمركبات التي يمكنها أن تعمل كدواء، لعلاج الأورام على سبيل المثال. ويمكن بعد ذلك إعطاء تراخيص للشركات، للعمل على تلك الجزيئات؛ لإجراء المزيد من التطوير. ويهدف المشروع إلى تحقيق الاكتفاء الذاتي، عن طريق طلب تسديد دفعات مرحلية مع حركة الدواء من المعمل إلى العيادة، ومن المشاركات الإضافية، وخدمات الاختبار.

ويقول تون ريجندرز المدير الشريك بإدارة المبادرة، والمدير العلمي لمؤسسة «توب إينستيتوت فارما» في لايدن بهولندا، وهي مؤسسة لا تهدف إلى الربح، وتقوم بالإمداد بالأبحاث. يقول: «أعتقد أن هذه الفكرة جديدة تمامًا». وقد قامت المؤسسات الوطنية الأمريكية للصحة في عام 2004 بعمل ما يسمى بـ«برنامج المكتبات الجزيئية» MLP، بعمل مكتبة مكونة من 400,000 مركب من الجزيئات المتاحة تجاريًّا. ولم يكن هدفها إيجاد أدوية محتملة، ولكنها كانت تهدف إلى تحديد مسارات حيوية، قد تؤدي إلى أهداف دوائية جيدة.

أما أهداف المبادرة الأوروبية، فهي مختلفة، حيث ترمي إلى دفع عملية تطوير الدواء. وستكون الأولوية لكل من الكيماويات بمكتبة الفحص والتجارب، والنتائج الصادرة عن الاختبارات. وسيكون لشركاء المصنع حقّ الرفض الأول لاتفاقات التراخيص.

يؤكد الخبراء على أهمية هذه المحاذير، إذا ما بدأ المركب في خوض رحلته الطويلة، بدءًا من اختياره كمادة للتجارب والاختبارات الآلية، إلى أن يُرشَّح ليكون دواءً جديدًا وفعالًا. ويضيف هوسر قائلًا: إنه لتنظيم الاستثمارات اللاحقة في البرامج التي تهدف إلى تحويل المركب إلى دواء مبدئي hit-to-drug lead programs (وهي سلسلة من الاختبارات يتم إجراؤها على المركبات التي ثُبّتَ بعد الفحص الآلي الأوَّلي أنها فعّالة ضد المرض محل الدراسة، للوصول إلى شكل مبدئي للمركب الدوائي)، حيث من المهم أنْ يتم تسجيل النتائج وحمايتها.

البعض يقولون إن المركبات في المراحل المبكرة من اكتشاف الدواء هي مجرد بداية؛ وإن النجاح الحقيقي يكمن في العمل المستمر الذي يلي تلك المرحلة. ويقول هيوج روزين، الذي ساعد عمله في مركز اختبارات الجزيئات بمعهد سكريبس للأبحاث في لاجولا بولاية كاليفورنيا في الوصول إلى مركب ـ تجري عليه حاليًا الاختبارات الإكلينيكية ـ لعلاج التصلب العصبي المتعدد: «لم أقلق على الإطلاق من اعتقاد البعض أن برنامج المكتبات الجزيئية هو مجموعة من الجزيئات المطروحة للعامة».

إنّ التعقيد الشديد الذي يتسم به المشروع الأوروبي يجعل البعض غير واثقين من نجاحه. هذا.. ويدير أليد إدواردز «اتحاد علم الجينوم البنيوي» بجامعة تورونتو بكندا، حيث تقوم بعض شركات الأدوية بإجراء الاختبارات الكيميائية والفحوص على المركبات، وتتاح كل المعلومات للعلن. إنّ إتاحة المعلومات للجميع، والتركيز على آليات بعينها لعمل الدواء، يجعل أسلوب الاتحاد الذي يديره أكثر سهولة. ويقول: «حقوق ملكية فكرية، واختبارات تأتي من كل مكان، واتفاقيات من مؤسسات عديدة.. إنه لأمر صعب». ويضيف قائلًا: «ولكنهم أذكياء جدًّا، وقد فعلوها سابقًا.. وإذا كان هناك مَنْ يستطيع فعل ذلك، فهم يستطيعون». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جامعات

مديــنة طبيــة جامعيــة تســتعد للأوقــات العِجَــاف

مركز سان فرانسيسكو الطبي المخملي يسعى لتأمين موارد البحث العلمي.

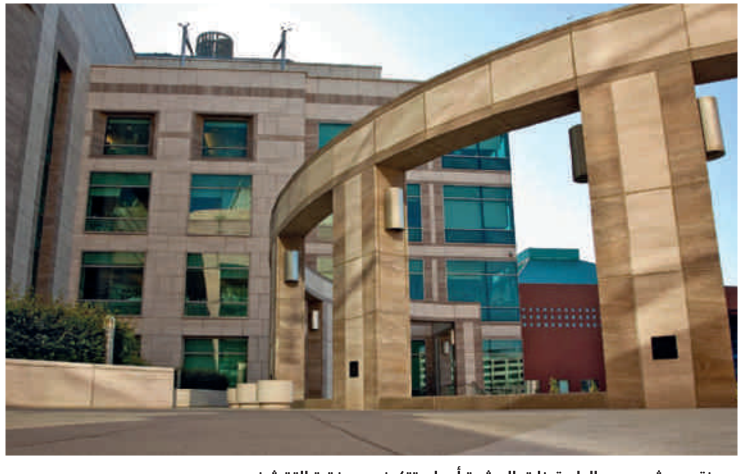
إريكا تشيك هايدن

يمكن التماس العذر لمن يزور الحرم الجامعي بـ«ميشن بيه» Mission Bay ويظن أن الركود الاقتصادي الأمريكي مجرد أسطورة. فالحرم الجامعي المخصص للبحث العلمي والتابع لجامعة كاليفورنيا بمدينة سان فرانسيسكو (UCSF) والمكون من 23 هكتارًا، يزهو بحدائق مزروعة حديثًا، ومختبرات جديدة، ومكاتب شركات الأدوية والبيوتكنولوجيا، بجانب موقع بناء مركز طبي بسعة 289 سريرًا، من المقرر افتتاحه في 2015.

عندما تم افتتاح أول مبنى بـ«ميشن بيه» منذ عشر سنوات، كانت تكلفة المشروع البالغة ثلاث مليارات دولار، ومكانته كمحور لإعادة تطوير مدينة سان فرانسيسكو، تجعله أحد أكثر مشاريع المقرات الجامعية المخصصة للبحث الإكلينيكي طموحًا على الإطلاق، ومراهنة باهظة على نمو مشروعات الأبحاث الطبية الحيوية أكاديميًّا. والآن، بتخصيص ميزانيات ضيقة أدت لتقليص المنح البحثية من معاهد الصحة القومية (NIH)، ومع تشريعات إصلاح الرعاية الصحية التي تهدد إيرادات المستشفيات، تغيَّرَ العالم. ويعتبر «ميشن بيه» حالة دراسية لما تواجهه مراكز البحث الطبي الكبرى من تهديدات، واستراتيجيات إبقائها مكتفية ذاتيًّا من الاستثمار إلى العمل الخيري. يقول بيتر باخ، محلل سياسات الرعاية الصحية بمركز سلون كترينج التذكاري لعلاج السرطان بنيويورك: «لن يبقى نموذج الأعمال لهذه الأماكن كما كان دائمًا».

إنّ جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو مثقلة بنفقات لا تواجهها جامعات أخرى، ومن ضمنها تكاليف بناء مركزها الطبي، وزيادة معاشات موظفي ولاية كاليفورنيا، وتخفيض تمويل الولاية للجامعة، وهي عوامل قد تسبب عجزًا في موازنتها بحلول 2015. وفوق ذلك.. يُفتتح المركز الطبي في وقت تصبح فيه السيطرة على التكلفة أحد أساسيات مشروع إصلاح الرعاية الصحية للرئيس الأمريكي باراك أوباما، مما قد يسبب تآكلًا لإيرادات المستشفيات التي ساعدت بدعم البحث في مواقع مماثلة، فمثلاً، حوّل الدخل الوارد من المركز الطبي لجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو الموجود حاليًا 295 مليون دولار إلى عمليات الجامعة على مدى العقد الماضي.

وربما الأسوأ هو تزايد القيود المفروضة على ميزانية معاهد الصحة القومية، مما سيسبب مشاكل لجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو، إحدى كبريات المؤسسات المستفيدة من تمويل تلك المعاهد المخصصة للبحث، يقول باخ: «التقليص الكبير لتمويل مكان كجامعة كاليفورنيا، أو أي مركز طبي أكاديمي رئيس هو التجفيف الكامل لمصادر التمويل الأكاديمي للبحث العلمي».


UCSF

مدينة «ميشن بيه» الطبية ذات العشرة أعوام تتكيف مع فترة التقشف.

ويأمل الإداريون بأن تؤمن خطة الأعمال المتطورة الموقع ضد أخطار المستقبل، فعندما شرع العاملون في وضع أساس «ميشن بيه»، حذر الناقدون من أن يصبح أرضًا يبابًا، كونه منعزلاً ومبتعدًا عن موقع الجامعة الرئيس بأربعة كيلومترات، لكن البدء من الصفر سمح بوجود مساحة للمختبرات الأكاديمية بجانب مباني الصناعة؛ مما يسرع ترجمة البحث العلمي الأساسي إلى العيادة، وجذب استثمارات الصناعة.

ويبدو أن الخطة نجحت. فقد استبدلت بالمخازن وساحات السكك الحديدية القديمة سبعة مبان كبيرة للبحث العلمي، ومواقع رئيسة لتسع شركات، منها شركات دواء كبرى، مثل «باير»، و«فايزر»، وعشر شركات رأس مال استثماري؛ لاختيار وتمويل المشروعات الجامعية. يذكر المسؤولون أن الشركات الناشئة جمعت 230 مليون دولار في شكل رأس مال؛ لمتابعة المشروعات القائمة، وقامت بتوظيف 300 فرد. يقول يو رينهارت، أخصائي اقتصاد الرعاية الصحية بجامعة برنستُن، نيوجيرسي: «إن عملية احتضان الشركات الناشئة، ورفع عوائد الملكية الفكرية عن كاهل شركات التكنولوجيا الحيوية كان مربحًا للغاية» بالنسبة إلى الجامعات. ويضيف: «إنها موجة المستقبل».

ويعوّل الإداريون بجامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، على العمل الخيري الخاص لدعم «ميشن بيه»، حيث يأتي حوالي ثلث أموال البناء من التبرعات. ويقولون إن التصميم الأنيق للمستشفى الجديد، وقربه من المختبرات التي تُبتكر فيها أساليب العلاج قد يحفز المتبرعين. يقول بيتر كارول، جراح سرطان البروستات، ومدير التخطيط الاستراتيجي والخدمات الإكلينيكية بمركز الجامعة للسرطان الموجود بالفعل: «عندما تبدأ في الجمع بين الرعاية الإكلينيكية والابتكار العلمي، سيحمس ذلك كثيرًا من الناس، ومن ضمنهم المتبرعون».

إن السرطان هو أحد مجالات الطب التي يُفترض أنها مربحة للمركز الجديد. فالعلاج يتضمن المعدات والعمليات والعقاقير التي قد تكلف عشرات أو مئات آلاف الدولارات، وتولد إيرادات كبيرة لا يرجح تآكلها كما في المجالات الطبية الأخرى. ويعزى ذلك جزئيًّا إلى أن شيخوخة السكان الأمريكيين تعني ارتفاع معدل الإصابة بالسرطان بشكل فجائي في العشر سنوات القادمة، وكذلك بسبب نظام الرعاية الصحية الغامض الذي يدفع بسخاء لخدمات وعقاقير السرطان.

وأيًّا كان مسارهم، يقول المراقبون إن جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو، وجواهر تاج البحث الطبي الأكاديمي الأخرى ستجتاز الأزمة المالية الحالية، وستحافظ على قوة ومتانة نشاط البحث العلمي. فهذه المراكز تقدم رعاية متخصصة، لا يتوافر بعضها في أي مكان آخر، ويتم دفع نفقاتها بواسطة القائمين على التأمين. كما أن المشرعين المحليين يرون أنها أساسية للمجتمعات التي يخدمونها، فمثلاً جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو توظف ثاني أكبر عدد من الموظفين بمدينة سان فرانسيسكو. ويقول رينهارت: «إني لم أشهد حالة لم يقم فيها مركز صحي أكاديمي بحل مشاكله، ويتحول إلى تحقيق أرباح مرة اخرى». ■

المزيد أونلاين

سؤال وجواب


PICHI CHUANG/REUTERS/UCSF

ملك المال التايواني صامويل ين يبين سبب تأسيسه لجائزة «نوبل الآسيوية»؛ أنه لمكافأة أبحاث المجالات المهملة. go.nature.com/kvtwtk

المزيد من الأخبار

- الأورام السرطانية الانبثاقية تغير نوع الخلية لتنتشر go.nature.com/ekto9t
- يمكن للماس أن يجعل التصوير بالرنين المغناطيسي من الجزيئات المفردة داخل الجسم الحي ممكنة go.nature.com/st8f4e
- قد تتجنب ردود أفعال الذعر «مركز الخوف» بالدماغ go.nature.com/xjnjii

نشرة صوتية



عشرة أشياء لا تعلمها عن الثلج/ جينات غامضة في الخميرة/ قشرة المحيط الهندي المفقودة. go.nature.com/mzu7it

علم الأوبئة

حينما أخفـق «جوجـل» في فَهْـم الإنفلونـزا

الانتشار الوبائي لفيروس الإنفلونزا الموسمية بالولايات المتّحدة يضلِّل طريقة رائدة في استخدام الإنترنت لتتبّع الفيروس.

ديكلان بتلر

أتت الإنفلونزا مبكّرًا هذا العام لتضرب بشدّة الولايات المتّحدة، مُنْقَضَّةً على ضحية غير متوقّعة: واحدة من أحدث التقنيات المتطوّرة المُستخدمة في مراقبة الوباء. وبمقارنة بين البيانات الّتي تمّ الحصول عليها عبر بيانات المسح التقليدي، وتلك التي تمكّن نظام «جوجل لمراقبة انتشار الإنفلونزا» Google Flu Trends من جمعها عن طريق الربط بين البحث عن مصطلحات تتعلّق بالإنفلونزا عبر الإنترنت، وبين مدى انتشارها، يتبيّن لنا وجود مغالاة كبيرة للغاية في تقدير مستويات الذروة للإصابة بالإنفلونزا. ويعبّر الخبراء عن ذلك بقولهم إنّ هذا الخطأ لا يعدو كونه تراجعًا مؤقّتًا لاستراتيجيّة واعدة، يستطيع «جوجل» إعادة صقل خوارزمياته. ومع اعتماد تقنيات تتبّع الإنفلونزا على التنقيب في بيانات الشبكة العنكبوتيّة والوسائط الاجتماعيّة، فإنّ هذا الحادث ما زال يذكّر بحقيقة أنّ مثل هذه الطرق ستتكامل، دون أن تحلّ محلّ شبكات المسح الوبائي التقليديّة.

ويعبّر آلان جيك فاليرون أخصّائي الأوبئة بجامعة بيير وماري كوري بباريس، ومؤسّس شبكة حرّاس فرنسا للمراقبة عن رأيه قائلًا: «من الصعب أن نفكر اليوم في إجراء مسح، دون الاحتياج إلى الأنظمة القائمة بالفعل. وتعتمد الأنظمة الجديدة كثيرًا على تلك الأنظمة القديمة القائمة بالفعل، حتى تستطيع أن تستمر منفردةً بدونها بعد ذلك».

لقد بدأ موسم الإنفلونزا في الولايات المتّحدة هذا العام في نوفمبر، بالغًا ذروته بعد الكريسماس مباشرةً، ما جعل منه موسم الإنفلونزا الأبكر منذ عام 2003. وفضلًا عن تسبّبها في إصابات أكثر شدّةً، ووفيّات أكثر من المعتاد، وبخاصّة بين كبار السن؛ فالسلالة المنتشرة هذا العام هي ذاتها المنتشرة في عام 2003، المُسمّاة H3N2، وهي الأكثر شراسة بين السلالات الثلاث الرئيسة في مواسم الإصابة بالإنفلونزا.

تعتمد مراقبة الإنفلونزا التقليديّة جزئيًّا على الشبكات المحلية من الأطباء الذين يقومون بالإخطار عن الحالات المُصابة بـ«أعراض شبيهة بالإنفلونزا» ILI، وهي مجموعة من الأعراض المختلفة؛ منها ارتفاع درجة الحرارة، التي تُعدّ مؤشّرًا للإصابة بالإنفلونزا. ويؤكَّد هذا المؤشر لاحقًا عبر إخضاع مجموعة من الأشخاص المُصابين بهذه الأعراض للاختبار؛ لتحديد المُصاب منهم بالإنفلونزا، وليس مصابًا بأنواع أخرى من العدوى.

كانت فرنسا البلد الأوّل الذي قام بحوسبة عمليات المسح لديها بإنشائها شبكة الحرّاس في عام 1984. ومنذ ذلك الوقت، أنشأت بلدان عديدة شبكات مماثلة، كنظام الولايات المتّحدة الذي تُشرف عليه «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» CDC في أتلانتا وجورجيا، التي تضم 2700 مركز من مراكز الرعاية الصحيّة، حيث تسجِّل 30 مليون زيارة سنويًّا.

ومع التغطية الحديثة العالمية لشبكة الإنترنت، وازدهار مواقع التواصل الاجتماعي، كموقع «تويتر»، تزايدت الطموحات لتمكين تلك التقنيات من فتح طريق يجعل من تقديرات « الأعراض الشبيهة بالإنفلونزا» أمرًا أكثر سهولة وسرعةً، فضلًا عن تغطية أعداد أكبر من الناس.

جدير بالذِّكر أنّ الراعي الرئيس لهذه الأنظمة الجديدة هو ما دشّنه «جوجل» في عام 2008؛ فالبرنامج يعتمد على البحث الذي يقوم به كل من «جوجل» و«مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» عبر التنقيب في سجلّات بيانات البحث عن المصطلحات المتعلّقة بالإنفلونزا، الّتي يتمّ إدخالها في محرّك البحث «جوجل»، بالإضافة إلى نماذج محوسبة. وقد تطابقت التقديرات تمامًا مع ما تُصدره «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» من بيانات حول المسوح التي تُجريها المراكز عبر مرور الزمن، كما تستطيع تقديمها بسرعة أكبر من تلك التي تستطيع المراكز تقديمها بها. ومنذ ذلك الحين، انتشر البرنامج في 29 دولة عبر العالم، فضلًا عن امتداده ليشمل مرضًا آخر، هو حمّى الضنك.

موسم الإنفلونزا الأخير في الولايات المتّحدة كان أكثر شدّةً من سابقيه؛ وتسبّب في وفيّات أكثر من المعتاد.

JOHN ANGELILLO/UPI/NEWSCOM

وقد استمرّ برنامج «جوجل لمراقبة انتشار الإنفلونزا» في الأداء بصورة جيّدة، جعلت من الباحثين في مختلف البلدان يؤكّدون على مدى دقّة ما يقدّمه البرنامج من تقديرات.. لكن يبدو أنّ موسم الإنفلونزا الأخير في الولايات المتّحدة قد أطاح بخوارزميّات هذا البرنامج؛ حيث جاء تقدير البرنامج عن ذروة انتشار الإنفلونزا ـ التي تلت أعياد الكريسماس الوطنية ـ ليُشير إلى ضعف ما أعلنت عنه «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» (انظر «ذروة الحمّى»)، بالإضافة إلى التناقضات التي ظهرت، مقارنةً بالبيانات الحكومية للولايات.

وليست هذه هي المرّة الأولى التي يُطيح فيها موسم الإنفلونزا بـ«جوجل»؛ ففي عام 2009 اضطر برنامج «جوجل لمراقبة انتشار الإنفلونزا» لتغيير خوارزميّاته، بعد أن أخفقت نماذجه في إصدار تقدير حقيقي عن «الأعراض الشبيهة بالإنفلونزا» في الولايات المتّحدة، بعد بدء الانتشار الوبائي للفيروس H1N1 (إنفلونزا الخنازير). وقد نتج هذا الخطأ عن تغيّرات في سلوك الناس البحثي، نتيجةً للطبيعة الاستثنائيّة للوباء (انظر: http:// doi.org/djw73f).

هذا.. ولن تُعلّق «جوجل» على الصعوبات الّتي واجهتها هذا العام، ولكن هناك عديد من الباحثين الّذين يُرجعون هذه المشكلات إلى التغطية الإعلاميّة الواسعة لموسم الإنفلونزا العنيف الذي ضرب الولايات المتّحدة في هذا العام، إلى الحدّ الذي وصل إلى إعلان حالة الطوارئ الصحيّة العامّة من قِبَل ولاية نيويورك في شهر يناير الماضي، وبالتالي فربّما دفعت التقارير الإخباريّة بكثيرين إلى البحث حول الإنفلونزا، رغم عدم إصابتهم بالمرض. ويُحيط هذا كلّه قليل من الشك حول قدرة برنامج «جوجل» على العودة بقوّة مرّة أُخرى، بعد إعادة ضبط وتهذيب نماذجه مرةً أخرى.

وقد عبّر جون براونستاين أخصّائي الأمراض الوبائيّة بكليّة الطب في جامعة هارفارد عن ذلك بقوله: «ستحتاج إلى تعديل تلك النماذج بصفة مستمرّة؛ فهي لا تعمل في الفراغ»، مُشيرًا إلى ضرورة إعادة ضبط معيارها سنويًّا.

وجدير بالذِّكر أنّ براونستاين واحد من الباحثين الذين يسعون جاهدين إلى تعزيز قوّة الشبكة العنكبوتيّة، وإنشاء شبكات منفردة لا يكوّنها الأطباء، وإنّما المواطنون العاديّون الذين يتطوّعون بالإخطار عند إصابتهم، أو إصابة أحد أفراد أسرهم بـ«الأعراض الشبيهة بالإنفلونزا». وفي هذا الإطار شارك براونستاين في تدشين برنامج «الإنفلونزا قريبة منك Flu Near You» في مستشفى أطفال بوسطن في عام 2011؛ ليضمّ الآن 46000 مشارك، وليغطّي بدوره 70000 شخص، وتديره مبادرة الخريطة الصحة.

وقد توالت البرامج المُشابهة في الظهور في أنحاء أوروبا؛ فعلى سبيل المثال.. هناك موقع GrippeNet.fr الذي يُديره باحثون فرنسيّون بالتعاون مع السلطات الصحيّة المحليّة، وقد نجح في اجتذاب 5500 مشارك منذ أنْ بدأ من حوالي عام، حيث ينضم إليه 60-90 مُشاركًا جديدًا أسبوعيًّا.

وتشعر لين فينيلي رئيس فريق المسح ومكافحة الأوبئة الخاص بالإنفلونزا في «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» بأنّ مثل تلك التقنيات الحاشدة لمجهودات الأفراد تحمل آمالًا واعدة، وبخاصّة تلك الاستبيانات التي تعتمد على التعريفات الإكلينيكيّة «للأعراض الشبيهة بالإنفلونزا»؛ بما يُنتج بيانات نظيفة وواضحة للغاية. كذلك فإنّ كلًّا من برنامج «الإنفلونزا قريبة منك Flu Near You»، وموقع «GrippeNet.fr» يتميّز بتوزيع عمري ممثِّل للمشاركين. وقد عملت «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» جنبًا إلى جنب مع الأوّل لتطويره، وقد اشتركت فينيلي نفسها في تلك البرامج، مُعبّرةً عن ذلك بقولها: «أقوم بإدخال بيانات أسرتي أسبوعيًّا».

يتوجّه باحثون آخرون نحو ما يُعدّ البديل الأكثر شيوعًا بين العامّة، وهي شبكات التواصل الاجتماعي كـ«تويتر». وقد نشرت مجموعات متعدّدة أبحاثًا تقترح تماشي التويتات المتعلّقة بالإنفلونزا مع البيانات الرسمية السابقة حول «الأعراض الشبيهة بالإنفلونزا» ، كما أنّ هناك عددًا من الخدمات المتنوّعة، مثل MappyHealth،

NATURE.COM
انظر الخرائط التي توضّح الأعراض الشبيهة بالإنفلونزا في فرنسا:
go.nature.com/w954hn

وSickweather الّتي تختبر مدى قدرة التحليل الواقعي للتويتات على تقييم مستويات الإصابة بالإنفلونزا.

هناك ما يثير التخوّف لدى فينيلي، الّتي صرّحت بأنّ «تحليلات التويتر لا تحمل نفس التطلّعات الواعدة» كبرنامجي «جوجل»، أو «الإنفلونزا بالقرب منك»، معلّلةً ذلك بأنّ نسبة التشويش أي البيانات المتجانسة إلى العشوائية منخفضة للغاية، وأنّ السواد الأعظم من مستخدمي «تويتر» هم من صغار السن، وهو ما لا يجعلهم معبِّرين عن الجمهور بصفةٍ عامّة.

وهناك من يعترض على ذلك، كمايكل بول عالم الحاسوب في جامعة جون هوبكينز بالتيمور، ميريلاند؛ حيث يعمل كأحد أفراد فريق تطوير مراقبة الأمراض اعتمادًا على «تويتر»ـ حيث يرى أنّ ما يتميّز به برنامج «جوجل» لجمع البيانات عبر البحث عن المصطلحات له نفس مستوى التشويش، ورغم ما تتميّز به المسوح المُجراة عبر الإنترنت من إحداث تشويش أقل، فإنّ أحجامها الأصغر تعني أنّها أقل إحداثًا لأخطاء اختيار العيّنات. ويُضيف بول قائلاً: «أشك في أنّ مراقبة وسائط التواصل الاجتماعي ستُنتج في العادة بيانات أكثر ممّا تُنتجه الأنظمة والبرامج التي تعتمد على استجابة الناس بفعالية على الاستبيانات والمسوح، كبرنامج «الإنفلونزا قريبة منك»»

ذروة الحُمّى

مقارنة بين ثلاث طرق مختلفة، تقيس نسبة مواطني الولايات المتّحدة الذين يُعانون من أعراض شبيهة بالإنفلونزا.

وللحد من ذلك التشويش، قام فريق جونس هوبكينز مؤخّرًا بتحليل مجموعة تألّفت من عدّة آلاف من التويتات المرتبطة بالإنفلونزا، بحثًا عن أنماط تُشير إلى التويتات التي تُظهر ما إذا كان مُستخدِم «تويتر» مريضًا بالفعل، أو يستهدف المقالات الجديدة حول الإنفلونزا فحسب، ثم استخدموا تلك المعلومات فيما بعد لإعادة تشكيل نماذجهم المختلفة؛ للتخلّص من التويتات غير المرتبطة بالإنفلونزا. يقول بول: «إنّ نشر ورقة عبر وسائل الإعلام ستُظهر أنّ هذا يُحسِّن من نتائجهم بصورة كبيرة».

بهذا.. يُمكن القول بأنّ التنقيب في أنقاض البيانات على شبكة الإنترنت وفي أوساط البرامج المعتمدة على الجمهور أصبح جزءًا من مشهد مراقبة انتشار فيروس الإنفلونزا. وفي هذا الإطار تُصرّح فينيلي بقولها: «إنّني مسؤولة عن مراقبة انتشار فيروس الإنفلونزا في الولايات المتّحدة، وأراقب برنامجي «جوجل لمراقبة انتشار الإنفلونزا»، و«الإنفلونزا قريبة منك» طوال الوقت، فضلًا عن برامج المراقبة المدعومة من الولايات المتّحدة؛ رغبةً في رؤية ما يحدث؛ وما إذا كان هناك شيء نفقده؛ أو ما إذا كانت هناك إشارة تتمثّل بصورة مختلفة في واحد من تلك البرامج، التي ربّما أتعلّم منها». ■

النشـر

شركةٌ تستحدِثُ تحكيمًا علميًّا نقّالًا

خدمةٌ يتحمل تكلفتها المؤلِّف؛ للحَدّ من المقالات المستبعَدَة.

ريتشارد فان نوردن

من السهولة بمكانٍ أن ينتهيَ الأمرُ بالمؤلفين وهُم يترقبون خلاص مخطوطات مقالاتهم من جولات التحكيم المتعددة ـ التي يجري فيها استبعادُها من مجلة، لتتلقّفها أخرى إلى أن يخيب رجاؤهم، لِمَا بالمنظومة من مُثبِّطات؛ لكنهم قد يجدون عمّا قريب سبيلاً آخرَ، إنْ تكفَّلوا بكلفة تحكيمٍ سريعٍ مستقل، قادر على تتبع المقال في رحلته من مجلة إلى أخرى.

الفكرة الواردة من شركة «روبريك» Rubriq تفرض على المؤلفين رسمًا، يتراوح بين خمسمئة وسبعمئة دولار أمريكي، مقابل ما تقدمه من خدمة. وهي بسبيلها لأنْ توفر نموذجًا موحدًا للتحكيم، خاليًا من اسم المؤلف. وتخضع فكرتُها حاليًا للاختبار بمشاركة ناشرين، من بينهم «المكتبة العامة للعلوم» Public Library of Science (PLoS)، و«كارجر» Carger، و«إف 1000 ريسيرش آند ويلي» F1000 Research and Wiley، وما يفوق الخمسمئة من المحكمين.

تأتي شركة «روبريك» التي تؤول ملكيتُها إلى إحدى شركات برامج وخدمات البحوث، هي «ريسيرش سكوير» Research Square، ومقرُّها دورهام، بولاية كارولينا الشمالية ـ من بين مجموعة من الشركات التي يحدُوها الأملُ في أن تستأثرَ بأعمالٍ اعتادَ الناشرون القيامَ بها.

يجد كيث كوليير المؤسِّس المشارك في «روبريك» نفسه متيقّنًا من وجود فجوة في سوق النشر؛ ويقولُ: «إن المقالات الزائدة عن الحاجة تستهلك ملايين الساعات كل سنة». وقد اكتسب كوليير خبرةً من وظيفته السابقة كمدير عام لدار النشر «سكولار وان» ScholarOne، ومقرها شارلوتسفيل، بولاية فيرجينيا، وهي مملوكةٌ لطومسون رويترز، وتستخدمُ التحكيمَ على نطاق واسع. ويذهبُ كوليير إلى أن نحو 50% من المقالات يُستبعَد منذ البداية، ويمكن أن تترتب على إعادة تقديمها للنشر جولةٌ أخرى من التحكيم، في كل مرة؛ الأمرُ الذي يؤخِّر النشرَ، ويُهدِر الوقتَ والمال.

تسترعي المشكلةُ اهتمامَ المجلات، فتقوم على نحو متزايد بتمرير ما ترفضه من مقالات، وترفق بها تقارير التحكيم، غير أن مثل هذه التحويلات لا تجدُ تحبيذًا، إلاّ في نطاق الناشر الواحد. ويقولُ ماثيو كوكريل، العضوُ المنتدَب لمجموعة «بيوميد سنترال» BioMed Central اللندنية: «إن مجلة «بيولوجيا الجينوم» *Genome Biology* BMC تقبلُ للنشر نحو 10% من المقالات التي تُختصُّ بها، غير أنها تمرِّر 40% من المقالات الأخرى التي ترفضها إلى مجلات مؤسسة «بيوميد سنترال» الأخرى، ومعها تقارير التحكيم، فيُنشَرُ ما يقرُبُ من نصفها هنا أو هناك، في نطاق مجموعة «بيوميد سنترال»».

ويسعى الناشرون لتوسيع رقعة المشاركة في تقارير التحكيم. ويقول كوكريل: «إن كُـلاً من «بيوميد سنترال» والمكتبة العامة للعلوم تعملان مع مجلة «إي-لايف» *eLife*؛ لتقصِّي إمكانية تمرير تقارير التحكيم مع المقالات المرفوضة». وكانت محاولة مبكِّرة للقيام بذلك قد تمت في عام 2008، عندما اتفق تجمُّعٌ لمجلات علم الأعصاب على قبول تقارير تحكيم المقالات التي يتم تمريرُها من مجلة إلى أخرى؛ فلم تصادف المحاولةُ غير قدر محدود من النجاح. ويقول كليفورد سابر، وهو رئيس مشارك سابق لذلك التجمُّع: «لقد كان محررو المجلات، قبل هذا الترتيب، يتشبثون بمعايير التحكيم، وكانوا أكثر ميلاً لأنْ يستخدمَ الواحدُ منهم فرشاةَ أسنان الآخر عن أنْ يتبادلوا نماذج التحكيم». ويقولُ جون مونسيل، وهو رئيس مشارك حاليّ لتجمُّع مجلات علم الأعصاب: «حتى في أيامنا هذه، فإن نسبةً لا تتجاوز 1-2% من المقالات التي تُستبعَد في نطاق المجموعة تُقتَسَم مع مجلات أخرى».

ويراهنُ كوليير على أن المجلات ستتقبل نموذج التحكيم المعياري الذي وضعته شركتُه، والذي يضاهي مثالًا جاءت به منظمة «بيراج أوف ساينس» Peerage of Science، ومقرُّها مدينة جيفازكيلا بفنلندا، عندما حشدت تجمُّعًا يزيدُ تعدادُه عن ألف ومئة عالم، وأعدَّت للنشر سبعة وستين مخطوطَ مقالٍ، دون أيّ تكلفة على المؤلفين؛ وبدلاً من ذلك.. فإن المجلات المشتركة في الخدمة تتحمل ما يصل إلى أربعمئة يورو (540 دولارًا أمريكيًّا) عن كل مخطوطٍ تقبلُه للنشر (وقد تم نشر ثلاثة مقالات، وفق هذا الأسلوب، حتى الآن)؛ بل إن العلماء يمكنهم أن يلفتوا أنظار الناشرين المحتمَلين الآخرين إلى تقارير التحكيم الخاصة بمقالاتهم.

تهتمُ شركة «روبريك» أيُّما اهتمام بعامل السرعة، وتأملُ من وراء منحها مئة دولار لكلٍّ من المُحَكِّمين الثقات أن يوافوها بتقاريرهم في غضون أسبوع. ومع أنّ ما تقدمه لهم لن يكون فيه ما يعوِّضُ المحكِّمَ عن وقته، أو وقتها (إذ تقدِّرُ تحليلات اقتصادية قيمةَ ذلك بما يساوي أربعمئة دولار أمريكي للتقرير التحكيمي الواحد)، إلّا أنّه قد يكونُ هو البداية لإضفاءِ مِسْحة احترافية على ما كان معروفًا على مدار التاريخ بأنه عمل طوعي، حسب ما ذكره كوليير. وتندرجُ هذه المدفوعات تحت بند أجور مُحكِّمين، وتدخل في هذا البند أيضًا الأعباءُ الإدارية لتوظيف المحكِّمين، وإقرار المقالات، بما يقدَّر بمئتي دولار. وفي رأي بيت بينفيلد، الناشر لمجلة «بير- جيه» *PeerJ* ـ التي تضع نصب أعينها خفضَ تكاليف النشر بدرجة مؤثرة، والتي استهلَّتْ أولَ مقال لها في منتصف فبراير 2013 ـ أن المئتي دولار تُعَدُّ تكلفة معقولة، ويعتقدُ أن تكلفة تلك الأوجه من النشاط هي نفسها ما تتحمله مجلته من تكلفة (بينفيلد هو عضو الهيئة الاستشارية لـ«روبريك»).

ينتهجُ ناشرون آخرون من أنماط النشر المتعددة نهجًا أكثر راديكالية، بدءًا من التحكيم العلني الذي تأخذ به المنظمة الأوروبية للبيولوجيا الجزيئية، حيث المقالات والتقارير معلنة دون تحديد المحكمين، وانتهاءً باستراتيجية «إف 1000 ريسيرش»، التي تأخذُ بمبدأ (انْشُرْ أوّلاً، وحَكِّمْ فيما بعد)، إلاّ أنّ كوليير يعودُ فيقولُ: «إن ما تستهدفه «روبريك» هو أن تكون جهة خِدمية مستقلة، تتحرّى الدقة، وتنشدُ تبسيطَ إجراءات النشر.. فنحن لا نحاولُ إلحاقَ الفوضى بهذه الصناعة». ■

إلكترونيات

المنطق المغناطيسي يجعل الشرائح الإلكترونية قابلة للبرمجة

ترانزستور بديل.. يعتمد على شبه موصل غريب.

جيف برومفيل

بإمكان البرمجيات تحويل حاسوب من معالج كلمات إلى طاحونة أرقام، أو هاتف مرئي، دون المساس بالعتاد الحاسوبي المستخدم. ومؤخرًا، أمكن جعل الدارات الإلكترونية مطواعةً بواسطة نوع من الترانزستورات، يمكن تبديلها تشغيلاً وتعطيلاً بالمغناطيسية، بدلاً من الكهرباء، مما يؤدي إلى أدوات أكثر فاعلية ومتانة، بدءًا من الهواتف الذكية، ووصولاً إلى الأقمار الاصطناعية.

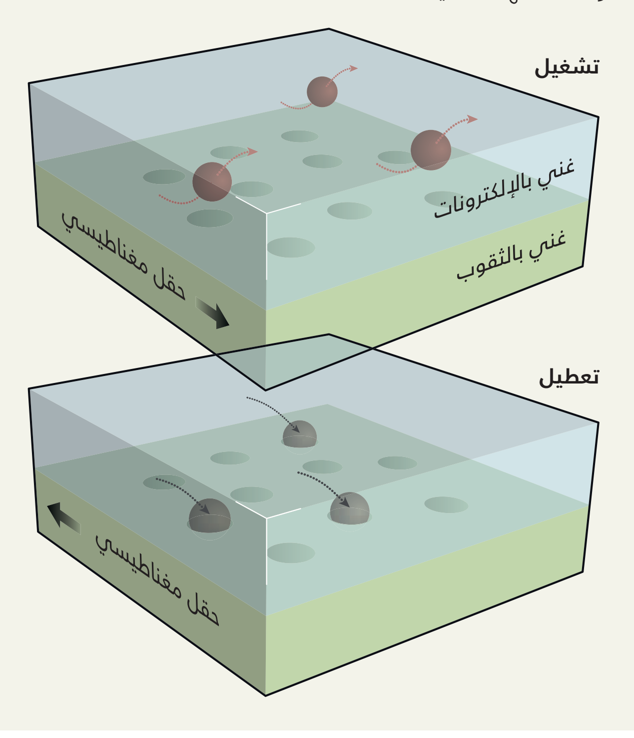
تستخدم الترانزستورات، وهي مفاتيح بسيطة في قلب جميع الأجهزة الإلكترونية الحديثة، جهدًا كهربيًا ضئيلاً لتبديل حالتي «التشغيل» و«التعطيل». وبرغم تميُّز تلك الطريقة المعتمدة على الجهد الكهربي من ناحيتي المتانة أو سهولة التصغير، لكنها لا تخلو من مساوئ. فأولاً، يتطلب الحفاظ على الجهد في وضعية التشغيل طاقة تؤدي بدورها إلى زيادة استهلاك الشريحة (الرقاقة) متناهية الصغر للكهرباء. ثانيًا، يجب ربط الترانزستورات في الشريحة بتوصيلات ثابتة لا تقبل إعادة التنفيذ، أي أن الحواسيب تحتاج دارات إلكترونية مخصصة لتنفيذ كل وظائفها.

وقد قام فريق بحثي تابع لمعهد علوم وتكنولوجيا كوريا في سيول، كوريا الجنوبية، بتطوير دارة إلكترونية قد تتمكن من تجاوز هذه العقبات. وتستخدم الدارة الخصائص المغناطيسية للتحكم في تدفق الإلكترونات عبر جسر متناهي الصغر من مادة شبه موصلة تدعى إنديوم أنتيموناید، حيث تم شرح التفاصيل في ورقة نشرت بموقع مجلة «نيتشر» في 30 يناير الماضي: (S. Joo *et al*. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature11817; 2013). إنها «انعطافة جديدة مثيرة للاهتمام في كيفية تنفيذ البوابة المنطقية»، حسب قول جيان ساليس، الفيزيائي بمختبر شركة «آي بي إم» IBM البحثي في زيوريخ، سويسرا.

يتكون الجسر من طبقتين: أرضية سفلى، تفيض بالثقوب، موجبة الشحنة، وأرضية عليا، مملوء أغلبها بإلكترونات سالبة الشحنة. وبفضل الخصائص الإلكترونية غير العادية لمادة إنديوم أنتيموناید، أمكن للباحثين التحكم في تدفق الإلكترونات عبر الجسر باستخدام حقل مغناطيسي متعامد. فعند وضع الحقل باتجاه محدد، تتوجه الإلكترونات مبتعدةً عن الأرضية الموجبة السفلى، وتنساب بحرية. ولدى قلب اتجاه الحقل المغناطيسي، تحتشد الإلكترونات وتُغرق الأرضية السفلى، حيث تنضم مجددًا إلى الثقوب، متسببةً في تحويل المفتاح فعليًا إلى وضع «التعطيل»، (انظر «القفل المغناطيسي»).

القفل المغناطيسي

في دارة مصنوعة من شبه الموصل إنديوم أنتيموناید، يمكن لحقل مغناطيسي الاحتفاظ بالإلكترونيات فوق الثقوب موجبة الشحنة، لتشغيل الجهاز، أو تركها تهبط، وتتحد معها لتعطيله.



وبحسب جن دونج سونج، الفيزيائي بمعهد علوم وتكنولوجيا كوريا، وأحد مؤلفي الدراسة، فإن قدرة البوابة المنطقية المغناطيسية على تحويل المفتاح بين حالتي التشغيل والإيقاف، دون حاجة إلى جهد كهربي «قد تقود إلى تقليص عظيم في استهلاك الطاقة». والمثير أكثر للانطباعات هو إمكانية التعامل مع تلك المفاتيح المغناطيسية «كما هو الحال مع البرمجيات»، وفقًا للباحث، بقلب الحقل المغناطيسي ببساطة لتشغيل أو تعطيل الدارة. وبناء على ذلك.. بوسع الهاتف الجوال، مثلاً، إعادة برمجة بعض داراته متناهية الصغر لمعالجة الفيديو، بينما يشاهد المستخدم مقطعًا على اليوتيوب، ثم إعادة الشريحة إلى معالجة الإشارات لاستقبال مكالمة هاتفية. وهذا قد يخفض بشكل كبير حجم الدارات اللازمة داخل الهاتف.

سيكون مثل هذا المنطق ـ القابل لإعادة التكوين ـ بالغ القيمة في الأقمار الاصطناعية، حسب قول مارك جونسون، الباحث بمختبر أبحاث البحرية بواشنطن العاصمة، وأحد مؤلفي الدراسة. فإذا أخفق جزء من شريحة بالمدار؛ فسيمكن إعادة برمجة جزء آخر؛ ليقوم مقامه. وتكون بذلك قد «أصلحت الدارة، وفعلت ذلك من الأرض»، حسب قول جونسون.

ولكي يحظى بقبول حقيقي، على المنطق المغناطيسي أن يكون قابلاً للتكامل مع التقنيات الحالية المعتمدة على السيليكون. وهو أمر ليس هينًا، فمادة إنديوم أنتيموناید الضرورية للدارات الجديدة لا تتوافق تمامًا مع طرق التصنيع المتَّبَعة في الإلكترونيات الحديثة، حسب قول جونيشي موروتا، الباحث في مجال الإلكترونيات النانوية بجامعة توهوكو اليابانية، لكن جونسن يرى أنّ بنهاية المطاف، سيصبح بالإمكان بناء جسور شبيهة من السيليكون.

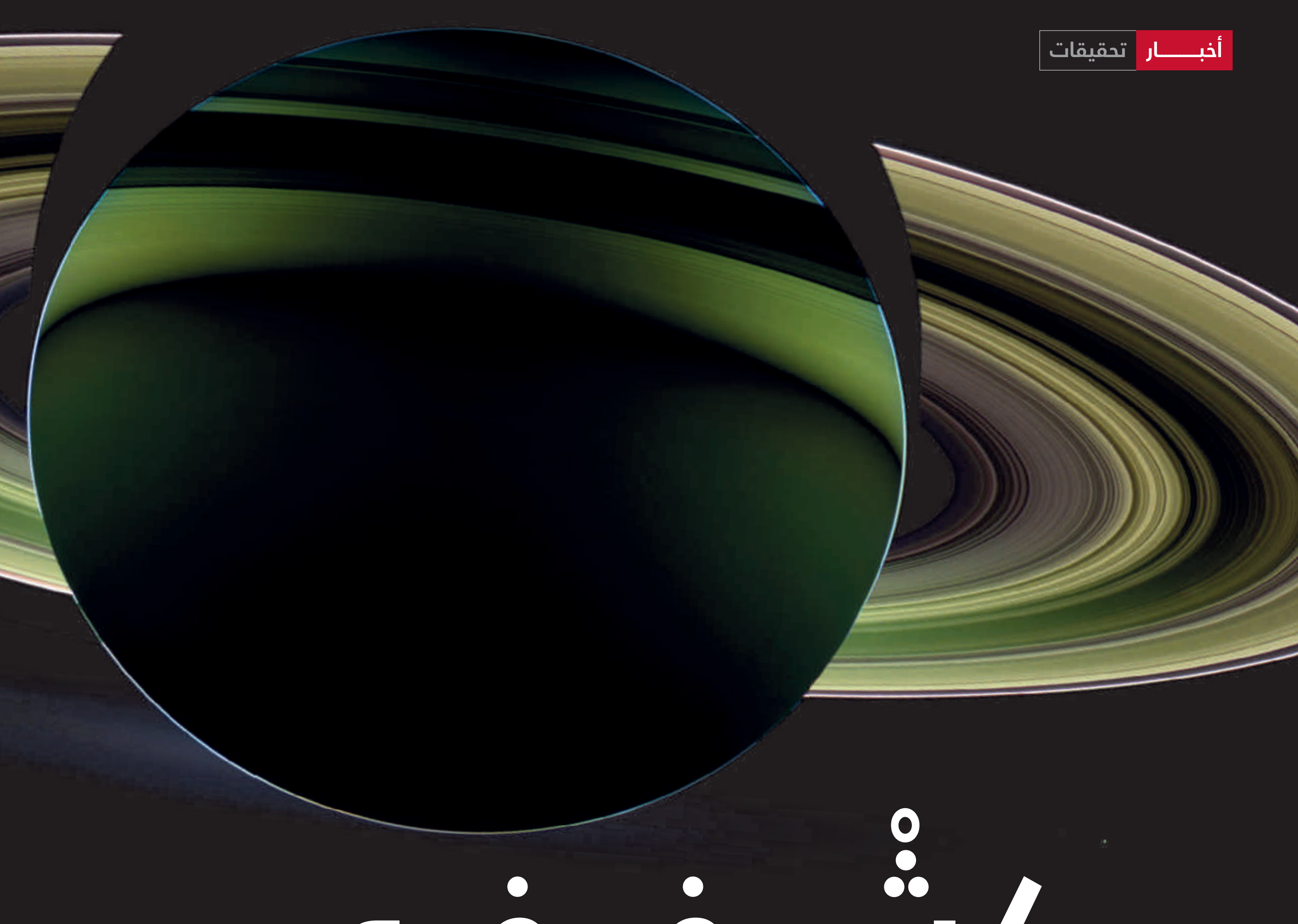
كما أن إدماج المغناطيسات المصغرة ـ اللازمة للتحكم في الأجهزة ـ في الشريحة المعتادة لن يكون سهلاً. فعلى الشركات أن تكون قادرة على حل تلك المعضلات في حال قررت أن تلك الأجهزة جديرة بالاهتمام، حسب قول ساليس، الذي يضيف قائلاً: «ليس من الواضح إنْ كانت الأجهزة ستعمل بكفاءة في الأحجام العملية للشرائح التي تصغر كثيرًا، مقارنةً بالأبعاد الميكرومترية المستخدمة في النماذج الأولية».

ويرى جونسون أن المغناطيسية باتت تكسب المزيد على صعيد تصميم الدارات؛ فقد بدأت أجهزة متطورة باستخدام النسخة المغناطيسية من ذاكرة الوصول العشوائي (RAM)، وهي الذاكرة ذات التاريخ الطويل في اعتمادها على الترانزستورات التقليدية فقط. ويخلص جونسون إلى قوله: «أعتقد أن هناك نقلةً فعليّة جارية في الوقت الحالي». ■

تصحيح

في تحقيق «السلالة» (*Nature*, **493**,286-289; 2013) ذكر عن طريق الخطأ أن بيتر كاريفا كان تلميذ بوب باين، لكنه في الواقع كان صديقه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INST.

كشْف في لحظة الفعل

ربما تتاح لنا مشاهدة بعض الأجرام المدهشة بالمجموعة الشمسية في لحظات تألُّق نادرة

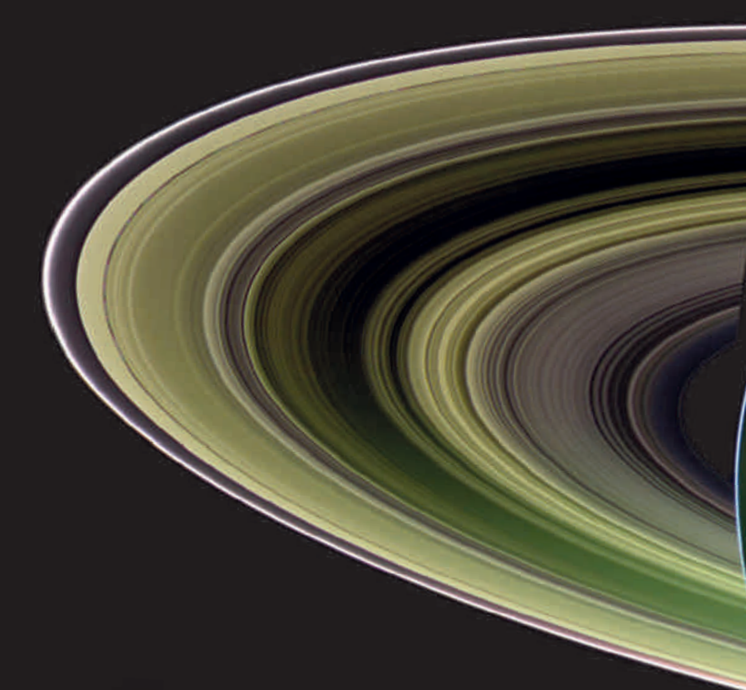
ماجي ماكّي

منذ أن غادر كوبرنيكوس الأرضَ من موضع امتيازها في مركز المجموعة الشمسية، تبنى الباحثون فكرة أنه لا يوجد شيء خاص حول زماننا ومكاننا في الكون. وما يراه الراصدون الآن ـ كما يُفترض ـ ما زال مستمرًّا منذ مليارات السنين، وسوف يستمر لدهور أخرى.

وما وصلت إليه المشاهدات من مسافات شاسعة في المجموعة الشمسية في السنوات القليلة الماضية يمثل تحديًا لذلك المفهوم.. فأكثر الأجسام نشاطًا هناك ـ قمر كوكب المشتري «آي أُو» Io، وقمرا كوكب زحل تيتان (Titan)، وإنسيلادوس (Enceladus) ـ ربما أبدت مَشاهدَ محدودة النطاق، حظي الإنسان برؤيتها. إن حلقات زحل اللامعة أيضًا ربما ظهرت للعيان حديثًا نسبيًّا، وربما تصبح معتمة بمرور الوقت. وهناك بعض الآراء، لا يرتاح إليها علماء الكواكب، إذ من غير المحتمل إحصائيًّا أن يدرك البشرُ بالمشاهدة أيًّا من الأجرام السماوية منخرطًا في نشاط غير عادي، فكيف بالعديد منها.

تتناقض هذه الآراء أيضًا مع مبدأ جيولوجي تأسيسي، هو مبدأ «الوتيرة»، الذي يقول بأن الكواكب تتشكل بواسطة عمليات تدريجية مستمرة. يقول جيف مور من مركز أبحاث إيمز التابع لوكالة «ناسا» بمدينة موفت فيلد، كاليفورنيا: «إن الجيولوجيين يريدون الأشياء أن تبقى كما هي منذ أن وُجدت». ويضيف الباحث: «يعتبر العالَم غير المتغيِّر منطقةً مريحة من الناحية الفلسفية، لأنه ليس عليك أنْ تَفترِض أنك تعيش في عصور خاصة». ومع ذلك.. أحيانًا تجبر الدلائلُ المتوفرة الباحثينَ على إخراجهم من لحظات سكونهم إلى معترك البحث من جديد. وهنا، تتطلع مجلة «نيتشر» إلى بعض العوالم المتجمِّدة، التي ربما تكون قد أبْدَتْ مَشَاهِدَ مبهرة غير عادية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NASA/JPL/SPACE SCIENCE INST.

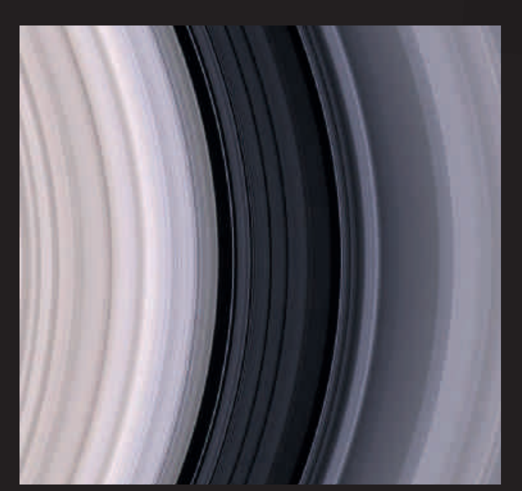
حلقات زحل

اعتقد الباحثون طويلاً أن كوكب زحل قد أخذ زينته المبهرة مبكرًا في حياته قبل أربعة مليارات سنة، هي عمر المجموعة الشمسية. وربما تكون حلقات زحل قد تشكلت من البقايا اللامعة لقمر أو مذنب، كانت قد حطمته قوة الجذب العملاقة والقوية للكوكب.

وبعض علماء الكواكب يقولون إنه من الصعب أن يتسق مفهوم لمعان حلقات زحل مع عمرها الافتراضي الممتد إلى مليارات السنين[1]. وتتكون جزيئات حلقات زحل بنسبة 90% من ماء متجمد، سوف يعتم مع الوقت، بسبب تصادمه بغبار كربوني ناتج من المذنبات والكويكبات. يقول جيف كوزي، عالم الكواكب بمركز إيمز التابع لـ«ناسا»: «إذا نظرت إلى حلقات جميع الكواكب الأخرى ـ كالمشترى، وأورانوس، ونبتون ـ ستجد كل هذه الحلقات داكنة جدًّا». و«هذا ما يمكن أن تتوقعه من مادة عالية التلوث».

ويشير بريق حلقات زحل إلى أن شيئًا ما ـ قد يكون متطفلاً ثلجيًّا جاء من وراء نبتون، أو من قمر كبير لزحل نفسه ـ ربما قد تفتت بالقرب من الكوكب؛ وشكّل الحلقات في غضون بضعة مئات الملايين من السنين الماضية، التي تمثل أقل من 10% من عمر الكوكب حتى الآن. وهذا اللمعان هو لمعان عابر، لأن «الحلقات ستصبح باهتة معتمة أكثر فأكثر» بمرور الزمن، حسب قول كوزي.

بيد أن فكرة الحلقات حديثة التَّكَوُّن تمثل أحجية في حد ذاتها. فالأجرام الكبيرة من النوع الذي ربما يكون قد كَوَّنَ أحزمة طارت عشوائيًّا خلال المجموعة الشمسية أثناء السبعمئة مليون سنة الأولى تقريبًا، لكنها أصبحت أكثر ندرة منذئذ، هناك احتمال ضئيل جدًّا أن هذه الأجرام الكبيرة كان لها أزيز بجوار كوكب زحل في المليار سنة الماضية، حسب قول كوزي. وبالمثل، سيكون من الصعب شرح كيف يمكن لقمر كبير ـ بما يكفي لتكوين تلك الحلقات ـ أن يسقط قريبًا جدًّا من الكوكب في ذلك الإطار الزمني.



«حلقة بي» لكوكب زحل لامعة بتوهُّج؛ مما جعل بعض العلماء يعتقدون أنها حديثة التكوين.

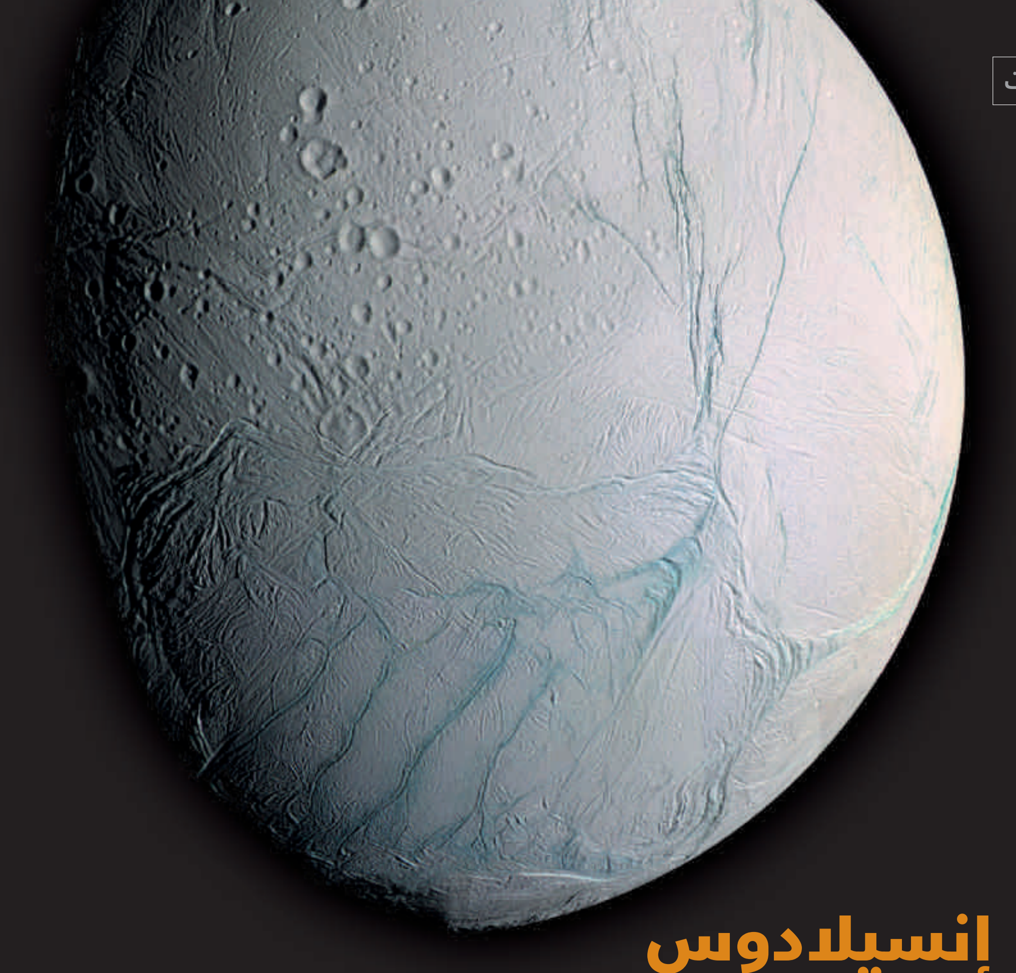
هناك إمكانية أخرى.. أنْ تكون الحلقات قد تكونت منذ مليارات السنين، لكنها بطريقةٍ ما احتفظت ببريقها. وهو احتمال وارد، إذا كانت كتلة الحلقات عشرة أضعاف الكتلة التي كان يُعتقد فيها سابقًا. ولذلك.. فالغبار حتى الآن له تأثير ضعيف. يقول كوزي: «إذا أخذتَ قليلًا جدًّا من الطلاء الأسود، وأضفته إلى جالون (حوالي أربعة لترات) من الطلاء الأبيض؛ ستجعله كله داكنًا، لكنك إذا ألقيته في حوض سباحة؛ فلن تجعله كذلك».

وقد أُعجب روبن كانوب ـ نائب رئيس دائرة علوم الكواكب المشارك بمعهد أبحاث ساوثويست في بولدر، كولورادو ـ بهذا التفسير، قائلًا: «لا أعرف طريقةً لتشكيل الحلقات حاليًا بأيّ احتمالات معقولة».

ولا يوجد دليل على فقدان الكتلة على الإطلاق، لكنها قد تكون مختبئة في أكبر الحلقات المعروفة بـ«الحلقة بي»، وهي غير شفافة، بحيث لا تمكِّن الباحثين من دراسة محتواها بقياس كيفية مرور الضوء خلالها. إن حل هذه الأحجية ربما تأتي به مركبة الفضاء «كاسيني» Cassini التي تدور حول كوكب زحل منذ 2004. وفي 2017، بنهاية الحياة الافتراضية للمركبة «كاسيني»، سيقوم أعضاء فريق التحكم بإرسالها بين الكوكب وأقرب الحلقات إليه «الحلقة دي». ومقارنة حركة المركبة «كاسيني» من مسافات مدارية مختلفة ستميط اللثام عن كتلة الحلقات بدقة غير مسبوقة، حسب قول كوزي، لكن كانوب تحذر: «إذا كانت نتائج مشاهدات كاسيني تشير إلى كتل صغيرة للحلقات، فسيكون ذلك لغزًا حقيقيًّا».

NATURE.COM
لكي تسمع أكثر.. أنْصِتْ إلى Nature Podcast على:
go.nature.com/mskGod

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



إنسيلادوس

إنسيلادوس هو قمر غريب الأطوار.. فبينما يدور حول زحل، ينثر رذاذًا؛ تاركًا خلفه أثرًا لامعًا من الثلج ـ «الحلقة إي» ـ بفضل المرجل المائي الذي يقذف من قطبه الجنوبي. لقد كافح الباحثون لتفسير قدرته على تحمُّل مثل هذا النشاط، إذ ينتج إنسيلادوس 16 جيجاوات من الحرارة، أي عشرة أضعاف ما توقعه الفيزيائيون النظريون من قدرة إنسيلادوس على إنتاج الطاقة من اضمحلال مادة مشعة بباطنه، وتلك المحسوبة بنماذج تسخين المد والجزر أثناء عجن وثني القمر بقوة جاذبية الكوكب الهائلة.

سطح إنسيلادوس المرقع يجعله يشير إلى تعرضه لنوبات من النشاطات الجيولوجية

NASA/JPL/SPACE SCIENCE INST.

لقد طُرحت تفسيرات عديدة لمعرفة أسباب هذا الإشعاع الحراري الهائل، لكن جميع التفسيرات تعتمد على حجج، يرى الباحثون من خلالها القمر في أزمان خاصة. ومن هذه التفسيرات ما قدمه عالم الكواكب كريج أونيل من جامعة ماكواري في سيدني، بأستراليا؛ وفرانسيس نِيمّو من جامعة كاليفورنيا، بسانتا كروز، حيث يوضحان أنه خلال الفترة بين مئة مليون ومليار سنة بإمكان الإجهادات والانفعالات الناتجة عن قوى المد والجزر أن تولد حرارة كافية لشق قشرة سطح القمر، بحيث يتم إطلاق الطاقة وبخار الماء إلى الفضاء[2].

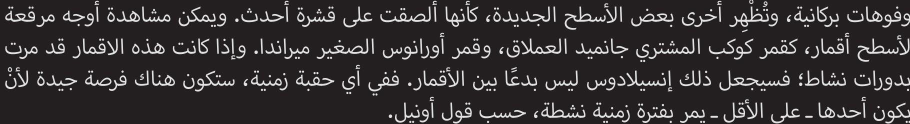


نفاثات من بخار الماء تخرج من قطب إنسيلادوس الجنوبي.

NASA/JPL/SPACE SCIENCE INST.

مثل هذا النشاط يستمر فقط لعشرة ملايين سنة، قبل أن تبرد القشرة ويموت المرجل، ثم تبدأ الحرارة المخزونة دورة جديدة. يقول أونيل مرددًا أصداء نقد سمعه في المؤتمرات العلمية لدى تقديم نموذجه: «يبدو ذلك كأنه التماس خاص. لقد صادف أننا التقطناه في لحظة الفعل»، لكنه ـ في المقابل ـ أشار إلى ان هذه الدورة تشبه تلك الينابيع الفوارة في منتزه «يلوستونز» القومي بالولايات المتحدة، لكن على نطاق زمني أطول.

قد يفسر النشاط العرضي التكتوني أيضًا تناقضًا آخر: لماذا تظهر لأجزاء من القمر أعمار مختلفة، حيث تبدي بعض المساحات حفرًا



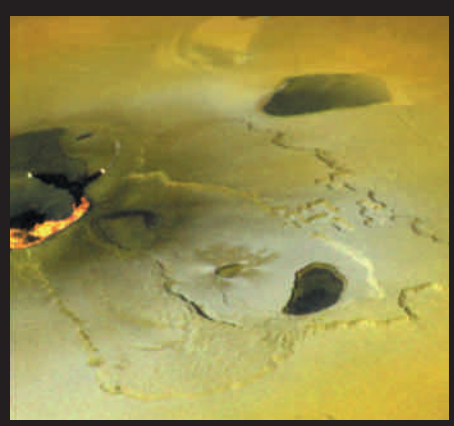
وفوهات بركانية، وتُظْهِر أخرى بعض الأسطح الجديدة، كأنها ألصقت على قشرة أحدث. ويمكن مشاهدة أوجه مرقعة لأسطح أقمار، كقمر كوكب المشتري جانميد العملاق، وقمر أورانوس الصغير ميراندا. وإذا كانت هذه الاقمار قد مرت بدورات نشاط؛ فسيجعل ذلك إنسيلادوس ليس بدعًا بين الأقمار. ففي أي حقبة زمنية، ستكون هناك فرصة جيدة لأنْ يكون أحدها ـ على الأقل ـ يمر بفترة زمنية نشطة، حسب قول أونيل.

اللغز إذًا هو: لماذا قمر زحل ميماز الأكثر قربًا للكوكب العملاق من قمر إنسيلادوس ـ وبالتالي يتعرض لقوة مد وجز أكبر بكثير من نظيرتها لدى قمر إنسيلادوس ـ لا يظهر أي إشارة لأي نشاط تكتوني؟. يقول نِيمّو إنه ربما كان لميماز تركيب داخلي مختلف عن تركيب إنسيلادوس، مما يجعله أكثر صلابة من أن يتشوه، لكن نِيمّو ينوه بأن ذلك مجرد أحد الاحتمالات. يقول نِيمّو: «يفترض أن ينتج ميماز حرارة أكثر من إنسيلادوس، لكنه لا يفعل، ونحن ـ في الواقع ـ لا نفهم السبب».

وسوف تجمع المركبة الفضائية «كاسيني» أدلةً ومفاتيح أكثر عندما تلتقط صورًا لقطب إنسيلادوس الجنوبي بين عامي 2015 و2017، بالإضافة إلى قياسات ستمكن من تحسين تقديرات لمخرجات المراجل الحرارية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

«يُفتـرض أن ينتـج ميـماز حـرارةً أكثـر مـن إنسـيلادوس، لكنــه لا يفعل، ونحن ـ في الواقع ـ لا نفهم السبب».



مدار«آي أو» ربما يغلق براكين القمر، مثل هذه الفوهات البركانية المندلعة.

آي أُو

فيما يتعلق بالحرارة، يُعتبر إنسيلادوس كالفراشة المضيئة (اليراعة) إذا ما قورن بفرن قمر كوكب المشترى «آي أو» IO. فهذا القمر أكثر الأجرام نشاطًا بركانيًّا في المجموعة الشمسية، ويحتضن مئات المظاهر البركانية، بعضها يلفظ أعمدةً من الكبريت وثاني أكسيد الكبريت إلى ارتفاع يصل إلى 500 كيلومتر في الفضاء، وهي مسافة إذا قيست من الأرض؛ ستصل إلى أبعد من مدار محطة الفضاء الدولية، لكن الطاقة الحرارية البالغة تسعين ألف جيجاوات، الصاعدة من «آي أُو» تعتبر أكبر عدة مرات من الحرارة المتوقع تولدها من أبسط نماذج تفاعلات المد والجزر بين كوكب المشترى وهذا القمر. ويشير عدم التطابق هذا إلى أن «آي أُو» أكثر نشاطًا بركانيًّا في بعض الفترات من غيره، حسب ديفيد ستيفنسون، عالم الكواكب بمعهد تكنولوجيا كاليفورنيا في باسادينا.

ABOVE AND RIGHT: NASA/JPL/UNIV. ARIZONA

وأحد التفسيرات الممكنة هو أن شكل مدار «آي أُو» يتغير دوريًّا. فهذا القمر يتخذ حاليًا مسارًا يستطيل قليلاً، أو مسارًا غير مركزي حول كوكب المشترى، بفضل التأثير الجذبي للقمرين الآخرين «أوروبا»، و«جانيميد». وفي كل مرة يكمل قمر «آي أو» دورة حول المشترى، تعطيه الأقمار الأخرى دفعة للأمام، وهي ـ حسب قول ستيفنسن ـ «مثل دفع الطفل على الأرجوحة»؛ مما يمنع جاذبية المشترى الهائلة من جذب «آي أُو» ليدور في مسار دائري مطلق. والمسار اللامركزي يكثف الالتواء الناجم عن المد والجزر، الذي يشوّه سطح «آي أُو» بمقدار 10 أمتار كل دورة. وحرارة الاحتكاك الناتجة عن ذلك الالتواء تنفلت عبر الثورات البركانية.

والعملية نفسها تسرق بعض طاقة المدار، وتجعل «آي أُو» لا يتمكن من التأرجح بعيدًا عن كوكبه في الدورات التالية. وفي النهاية، وبما أن الطاقة تُستنزف في التسخين الداخلي، فإن مسار «آي أُو» قد يصبح حينها أكثر قربًا للمسار الدائري المطلق؛ مضعِفًا قوى المد والجزر، ومبردًا للقمر. وبامتداد ملايين السنين، يمكن للقمرين «أوروبا»، و«جانيميد» أن يدفعا «آي أُو» نحو مدار لا مركزي بشكل أكبر (مدار لا مركزي بشكل أكبر بعدة مرات من عدم مركزيته الراهنة)، حسب قول ستيفنسُن. وهذه العملية قد تبدأ مرة أخرى.

يوافق فاليري ليني ـ عالِم الكواكب بمرصد باريس ـ على أن هناك احتمالًا لتغيير دوري في مدار «آي أو». وجاء دعم هذه الفرضية من خلال مشاهدة ورصد «آي أُو» لأكثر من قرن، ويستدل بذلك على أن مدار «آي أُو» قد يغدو أكثر دائريةً[3]. وبذلك، فإن النشاط البركاني المستعر قد ينخفض.

يقول ستيفنسُن إنّ هذه التحولات المدارية «ربما تفي بمقتضى البيانات»، لكن حتى مع كثرة الأنماط الدورية في الطبيعة، فإن مسلك «آي أُو» كمسلك إنسيلادوس، يبدو متغيرًا بشكل لافت. ويضيف قائلًا: «من الجائز أننا لم نفهمهما».

براكين «آي أو» تطلق أعمدة كبريتية تصل إلى 500 كيلومتر في الفضاء.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تيتان

NASA/JPL

عندما ألقت المركبة الفضائية «كاسيني» بمسبار هيوجنز بالمجال الجوي الملفوف بالضباب لأكبر أقمار زحل عام 2005، أُميط اللثام عن مشهد قنوات نهر متعرج، يبدو مشابهًا لقنوات كوكب الأرض، عدا أحد المنعطفات الكبرى: السائل الذي نحت كثيرًا من السطح هو الميثان، الذي يهطل مطرًا من غيوم هيدروكربونية. وميثان الغلاف الجوي ـ وتأثيره على المشهد العام ـ يجب أن يكون قصير الأمد، إذ يفكك ضوء الشمس غاز الميثان، والتفاعلات المؤثرة تحيله إلى هيدروكربونات ثقيلة، من شأنها استنفاد مخزون الغلاف الجوي لقمر تيتان في بضع عشرات ملايين السنين. فإما أن الباحثين شهدوا قمر تيتان في لحظات نادرة، أعقبت إطلاق كَمّ كبير جدًّا من الميثان إلى الغلاف الجوي مباشرةً، أو أنّ هناك ـ كما يعتقد كثيرون ـ شيء يعمل على تجديد ما تدمره أشعة الشمس.

أظهرت المركبة الفضائية «كاسيني» عددًا مما يعتقد أنه براكين ثلجية تضخ غاز الميثان إلى أعلى من باطن القمر. وتلك العملية تحركها الحرارة الناتجة عن تحلل عناصر المواد المشعة بداخل القمر، إضافة إلى السَّحْب الناتج عن قوة المد والجزر لكوكب زحل.

وأحد البراكين المحتملة يقع أعلى قمة جبلية بقمر تيتان، تعرف بقبة «مونز»، وتقع بجوار أعمق حفرة في منطقة تسمى (سورتا فاكيولا) على سطح القمر تيتان. وترجح روزالي لوبيز ـ عالمة كواكب بمختبر الدفع النفاث لناسا في باسادينا كاليفورنيا ـ أن ما تبقى بتلك المنطقة التي تكونت من الطين المشبع بالميثان، والمنحدرة من الجبل، تسببت في انهيار التضاريس المجاورة.

ويأخذ مور منحى آخر، متسائلاً عن احتمال وجود عمليات أخرى، مثل تأثير وتآكل يحدثهما نهر الميثان، ويمكن أن يحدثا الملامح البركانية المفترضة[4]. ويعتقد مور أن الباحثين يرون تيتان في لحظات جيولوجية وفريدة عابرة. ومن وجهة نظره، كان الميثان والنيتروجين ـ المكوِّنان الرئيسان للمجال الجوي لتيتان ـ متجمدين على سطح القمر حتى عشرات الملايين أو مئات الملايين من السنين. وعند تلك النقطة، تمكنت الشمس ـ التي كانت تزداد سخونة على مدى 4.6 مليار سنة ـ من تبخير تلك الثلوج، مكونةً مجالاً جوياً غنيًّا بالميثان خلال مليون سنة تقريبًا.

ضباب الهيدروكربون في الغلاف الجوي ربما يكون سمةً مؤقتة.

تكثف الميثان من الغلاف الجوي بعد ذلك، وهطل «مطر مثل الجحيم» فوق سطح القمر تيتان، مشكّلاً ملامح المشهد هناك، حسب قول مور. وتدريجيًّا، حول ضوءُ الشمس الميثان إلى هيدروكربونات أثقل، واضمحل هطول الأمطار. يقول مور إنه في خلال 40 مليون سنة أخرى، قد يختفي الميثان كليًّا، وقد يتحول تيتان إلى (مشهد) غير قابل للتغيير بسماء زرقاء مليئة بالنيتروجين، متصاعدة فوق سطح أحمر مغطى بالهيدروكربون.

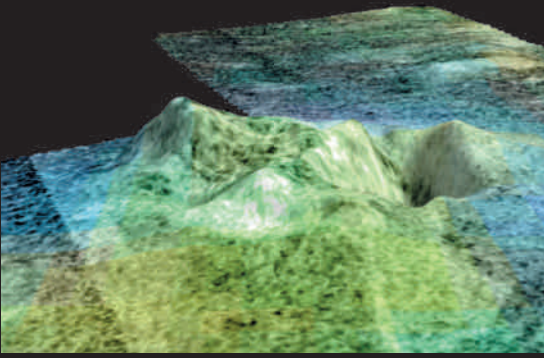
يحاجج رالف لورنز ـ من مختبر الفيزياء التطبيقية بجامعة جونز هوبكنز في لوريل بميريلاند ـ بأن الصورة التي قدمها مور بالغة التبسيط. يقول لورنز إن بعض الدلائل تشير إلى أن عملية تدمير الغلاف الجوي الميثاني لتحويله إلى كثبان مليئة بالهيدروكربون تغطي حوالي 20% من سطح تيتان يستغرق حدوثها مليارات السنين. وإذا كان الأمر كذلك، فإن دورة الميثان السائل أخذت معظم تاريخ ذلك القمر.

وسوف يُظْهِر الرصد المستمر بمركبة الفضاء كاسيني نطاق التغيير لسطح تيتان في إطار زمني لعدة سنوات؛ مما يسمح للباحثين بتقدير أفضل للمدة التي أخذها الميثان في نحت سطحه. ويخلص لوبيز إلى اعتقاد بأننا «بحاجة إلى دقة أكثر لمشهد تيتان عبر الزمن. إنّ تيتان معقد جدًّا». ■



ماجي ماكّي صحفية علوم حرة، تعمل من بوسطن، ماساشوسيتس. حصلت على بكالوريوس الفيزياء من كلية جرينيل عام 1997، ودراسات عليا في التواصل العلمي من جامعة كاليفورنيا، بسانتا كروز.

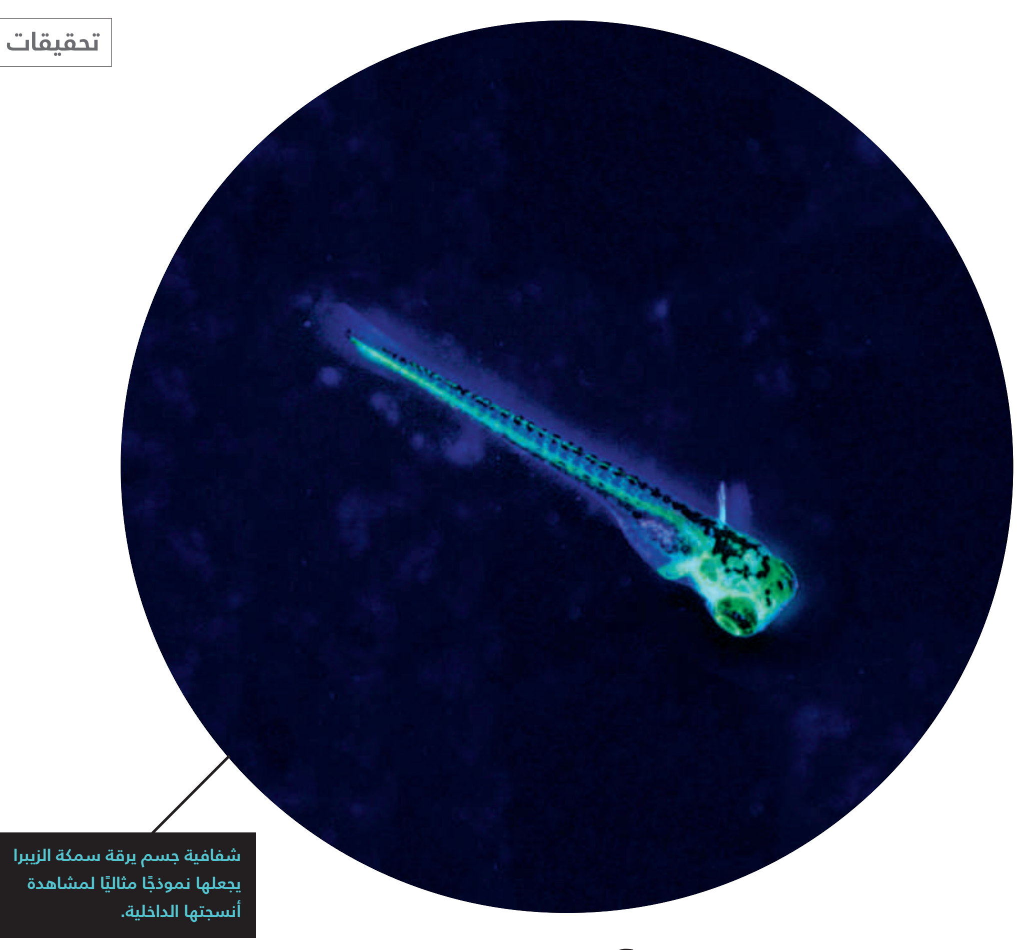
1. Cuzzi, J. N. *et al. Science* **327,** 1470–1475 (2010).
2. O'Neill, C. & Nimmo, F. *Nature Geosci.* **3,** 88–91 (2010).
3. Lainey, V., Arlot, J.-E., Karatekin, Ö. & Van Hoolst, T. *Nature* **459,** 957–959 (2009).
4. Moore, J. M. & Pappalardo, R. T. *Icarus* **212,** 790–806 (2011).



NASA/JPL-CALTECH/ASI/USGS/UNIV. ARIZONA

في منطقة سورتا فاكيولا، ذروة قبة مونز 1.5 كيلومتر (يمينًا) تقع بجوار حفرة عملاقة (يسارًا)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



شفافية جسم يرقة سمكة الزيبرا يجعلها نموذجًا مثاليًا لمشاهدة أنسجتها الداخلية.

CHARLES MAZEL/VISUALS UNLIMITED/CORBIS

علم أعصاب حوض السمك

سمكة صغيرة محتجَزة داخل عالم افتراضي تفتح نافذةً على شبكات المخ المركَّبة.

فيرجينيا هيوز

تسبح سمكة زيبرا ـ مخططة، فقست بيضتها مؤخرًا ـ لأول مرة باتجاه مصدر النهر. وتقوم عيناها الكبيرتان الجاحظتان ـ بمقدمة جسمها المقارِب لحجم رمش العين ـ بالتفرس في محيطها. وفجأةً، ترى المشهد وكأنّ تيارًا يدفعها إلى الأمام، في حين يدفعها التيار برفق إلى الوراء، وتقوم هي بهزّ ذيلها؛ في محاولة للثبات بمكانها، أو كما تظن أنها تفعل ذلك.

في الواقع، هذه السمكة الصغيرة قُيدت حركتها، وعُلقت بواسطة ماصّات زجاجية داخل طبق بِتْرِي مملوء بالماء. وقد وضع هذا الطبق على منصة ميكروسكوب ثمنه 100 ألف دولار في ركن لمعمل مظلم يعج بالفوضى. وقد سلط فيلم على السمكة من الأسفل؛ فنقلها إلى عالم افتراضي تظهر فيه حِزَم الضوء والظلام المتحركة، وكأنه مشهد تحت الماء. وبرغم أن السمكة لا تسبح بشكل فعلي، فإن الوحدات العصبية الموجودة في ذيلها ترسل نبضات عصبية مشابهة لتلك الناتجة عندما تسبح السمكة فعليًّا. وعند نقل تلك الإشارات العصبية إلى جهاز الحاسوب، فإنها تعمل على التحكم في إرسال تلفزيوني، يزود السمكة بكل إشارة توحي بأنها تسبح بشكل طبيعي.

وفي الوقت نفسه، نجد أنّ مجهر فلوريان إنجرت يمعن النظر داخل مخ السمكة الدقيق شبه الشفاف؛ ليشهد توهج

NATURE.COM
يمكنك مشاهدة فيديو لسمكة زيبرا (وهي في المنبت)، وذلك على:
go.nature.com/lghpmp

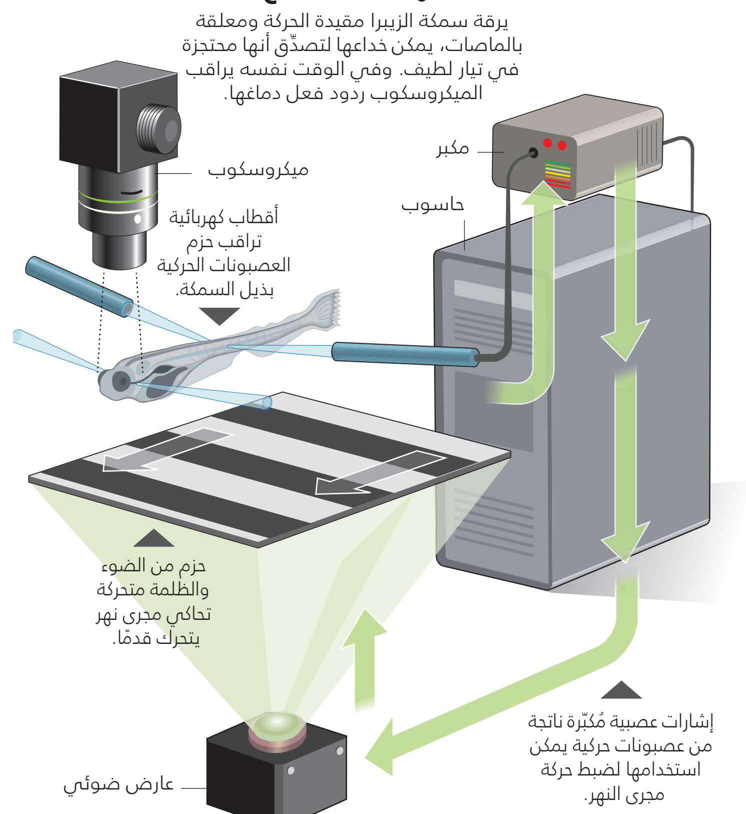
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوحدات العصبية باللون الأخضر وقت انطلاق النبضات العصبية.

يتندر إنجرت ـ عالِم الأعصاب الذي طوَّر هذه المنظومة على السمكة المستخدمة في التجربة ـ فيشبهها بـ«نيو» Neo، الشخصية الرئيسة في فيلم الخيال العلمي «ماتركس» إنتاج 1999، وفيه تم استعباد البشر والسيطرة عليهم بواسطة الآلات في زمان عاشت فيه عالَمًا خياليًّا، وتصورت وقتها أنهم أحرار. ويأمل الفريق العامل مع إنجرت بجامعة هارفارد بكمبريدج، ماساتشوستس، أن تساعد السمكة الموجودة بهذا الوسط المائي في الإجابة على أكبر أسئلة علم الأعصاب: كيف لكتلة لينة من خلايا العصبونات الموجودة في المخ أن تنتج تلك التركيبة الرائعة المتجانسة من السلوك، فتمتص المعلومات من العالم الخارجي؛ وتولد استجابات.

ومنذ أواخر القرن التاسع عشر، عندما سلَّط عالم التشريح الإسباني سانتياجو رامون إي كاجال الضوء على الخلية العصبية (العصبون) لتكون الوحدة الأساسية للمخ، ركَّز معظم علماء الأعصاب على تسجيل الرنين الكهربائي للخلية المفردة. كان ذلك يعني إلصاق الأقطاب على أمخاخ القطط والأرانب والفئران والجرذان والبزاقات والحبارات والقردة، وحتى البشر. وكشف ذلك الأسلوب الكثير عن كيفية استجابة العصبون للمدخلات ـ كالمرسال الكيميائي، أو الصوت، أو اللون ـ وإنتاج أنماط فردية للنبضات (الإشارات) العصبية، ثم فكّ المخ لشفراتها؛ لإنتاج السلوك. والسؤال الآن: كيف تعمل هذه العصبونات مجتمعة على ترجمة ودمج المعطيات الحسية الحقيقية المركبة للعالم الخارجي، كالمشاهد المتحركة، والروائح، والأصوات، والشعور باقتراب حيوان مفترس؟. يقول إنجرت: «سوف يظل ذلك لغزًا كبيرًا، وربما يكون التحدي الأساسي في العقد القادم».

وتعتبر يرقة سمكة الزيبرا النموذج الحيوي الأساسي بمختبرات البيولوجيا التطورية منذ ثلاثين عامًا، وذلك لرخص ثمنها، وقابليتها للتحوير الجيني وشفافية أنسجتها؛ مما يتيح للباحثين رؤية ما بداخلها. وقدعمل إنجرت مع مجموعة صغيرة من علماء الأعصاب على الاستفادة من تلك الخصائص في دراسة كيفية قيام المخ بتشفير الرؤية والسمع والحركة وحتى الخوف، التي يستحيل مراقبتها في أمخاخ كائنات أكثر تعقيدًا. وتتيح تقنية «مصفوفة إنجرت» Engert's Matrix مراقبة حوالي 300 ألف عصبون موجود بسمكة الزيبرا، ومتابعة نشاط مساحات عصبونات واسعة في أمخاخ حية تزامنيًّا. وتلك الابتكارات تعني أن القائمين على المِنَح والدوريات العلمية الأعلى تصنيفًا سيعطون فرصة للسَّمَك كمادة للبحث العلمي، بعد أن كانوا يفضلون سابقًا استخدام الثدييات في بحوث علم الأعصاب.



يقول جوزيف فتشو، عالِم الأعصاب بجامعة كورنيل، إثيكا، نيويورك، ورائد في أبحاث دوائر الدماغ بالسَّمك: «هناك نوع من التضافر الكامل بين النموذج المستخدم، والأسلوب المتبع في دراسة سمكة الزيبرا، وصل ذروته حاليًّا». وهذه المجموعة المثيرة للإعجاب من الأدوات جعلته يتعجب (من أسباب استخدام نماذج أخرى؛ للوصول إلى إجابات لأسئلة أساسية متعلقة بالدوائر العصبية والسلوك).

حوض السّمك تحت الضوء

خلال عمله المبكر بجامعة ستوني بروك في نيويورك، اشتغل فتشو على أمخاخ أعداد كثيرة من السمكة الذهبية، حتى أصابه الإحباط من تسجيل خليتين فقط في المرة الواحدة. لذلك.. انتقل للعمل على سمكة الزيبرا في منتصف التسعينات، بعد مصادفتين: الأولى، أثناء مؤتمر لعلوم الحيوان، استخدم فيتشو خطأً سمكة زيبرا في فصول مادة الأحياء بمدرسة ثانوية. وأدرك وقتها مدى سهولة مشاهدة الخلايا الجنينية الشفافة أثناء انقسامها وتحولها إلى أعضاء وأطراف في أيام قليلة. وفي الثانية، صادف فيتشو بحثًا يشرح كيفية حقن العصبونات بصبغة خضراء حساسة للكالسيوم[1]. ولأن إطلاق الإشارات العصبية من العصبونات يتطلب تدفق أيونات الكالسيوم إلى الخلية، فقد أتاح هذا الأسلوب الفرصة لرؤية العصبونات عند الفعل. واستخدم ذلك البحث عصبونات مفصولة من حبل الصوص الشوكي (الكتكوت). وبناء عليه، فكّر فيتشو في اتباع المنهج ذاته في إضاءة الخلايا العصبية لسمكة الزيبرا؛ فذهب إلى متجر محلي لبيع الحيوانات الأليفة، واشترى زوجًا من سمك الزيبرا، متزاوجًا بالفعل. وفي اليوم التالي، قام بتلقيح البيض الذي سيجري تجاربه عليه.

في أول ورقة بحث لفتشو ـ مع زميله دونالد أومالي ـ على سمكة الزيبرا[2]، نشرت في 1995، استخدم الباحثان الصبغة الخضراء الحساسة للكالسيوم؛ لمتابعة نشاط العصبونات الحركية أثناء هروب لا إرادي من مفترس يمكن استحثاثه بلكز رأس السمكة. واستطاع الفريق مشاهدة العصبونات بأجزاء مختلفة من الدماغ الخلفي أثناء قيامها بتسجيل حركة جسم السمكة في محاولتها الهروب من مفترس[3]. ثم قام الباحثان بتخليق أول خط متداخل جينيًّا من السَّمَك لتعبير (إفراز) مؤشر للكالسيوم شبيه بالصبغة الخضراء بكل العصبونات مما لا يوجد حاجة إلى حقن الخلايا بالصبغة[4].

كما بدأ علماء الأعصاب باستخدام مؤشرات الكالسيوم لتصنيف الدوائر العصبية لحيوانات أخرى. فمثلًا، قام الباحثون ـ في دراسة مرموقة عام 2001 ـ بتركيب مجهرين صغيرين ثنائيّ الفوتون، بقدرة على سبر الأنسجة لعمق أكثر من مليّمتر بأدمغة فئران فارّة، بغرض كشف أنماط انطلاق الإشارات العصبية في العصبونات لدى حدوثها[5]. ورصد فريق بحثي آخر مخ ذبابة فاكهة وُضعت تحت المجهر، بينما كانت أرجلها تتحرك بشكل حر على كرة من البوليستَيرين[6].

وباستخدام القوارض أو الذباب، كان على الباحثين عمل فتحة في أدمغتها؛ لإظهار الجزء المراد تصويره من المخ. وبعدها، تستطيع الميكروسكوبات سبر الطبقات السطحية فقط بأنسجة المخ القاتمة.

وهناك نموذجان فقط للكائنات الحية شائعة الاستخدام في البحث العلمي لها أمخاخ صغيرة شفافة يمكن تحويرها جينيًّا (وراثيًّا)، هما يرقة سمكة الزيبرا، ودودة التربة المعروفة بالنيماتودا، ولها 302 عصبون فقط. ويرى الباحثون في سمكة الزيبرا أن دودة النيماتودا صغيرة في حجمها، كما أن دوائرها العصبية بسيطة جدًّا، وعصبوناتها دقيقة جدًّا، وتغطي مخها طبقة بشرة مشدودة؛ مما يصعِّب عملية التسجيل بالأقطاب التقليدية. ولا تظهر الديدان نوع السلوك ذاته الذي تظهره السمكة، خاصة ما يتطلب رؤية معقدة. يقول إنجرت: «كنا نستطيع أداء الإجراءات نفسها على دودة نيماتودا، لكن ما كان يقلقني أن النتائج لن تثير الاهتمام بالمستوى ذاته».

وعندما أطلق إنجرت مختبره بهارفرد في يناير 2002، كان إنجرت مصممًا على التركيز على الدوائر العصبية ليرقة سمكة الزيبرا. كان والد أستاذه المشرف عليه صديقًا مقربًا لعالم البيولوجيا التطورية الفائز بجائزة نوبل كريستيان نوسلَيْن-ڤولهارد، الذي ساعد في تقديم سمكة الزيبرا نموذجًا للتطور الجنيني. حينها، لم يكن إنجرت قد رأى في حياته سمكة زيبرا. ويعلق قائلا: «لقد أُصبت بصدمة عندما رأيت سمكة الزيبرا لأول مرة، فهي صغيرة جدًّا».

كان هذا الاختيار جريئًا، لكنه نَاسَبَ شخصية إنجرت وولعه بالمغامرة. فقد كان معروفًا داخل مبنى جامعة هارفارد لعوالم الأحياء بعدم ارتدائه القمصان ذات الأكمام، وبدخوله قاعات المحاضرات راكبًا ألواح التزلج، وكان يقود دراجته البخارية دون ارتداء خوذة. وكمواطن ألماني، قام إنجرت بإلقاء كلمة تثبيته ـ كأستاذ مدى الحياة بهارفارد ـ بمدينة لدرهوزن في 2009. وفي العام الماضي، احتجز إنجرت تقريبًا تحت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

انهيار ثلجي ضخم أثناء تزلجه على الجليد بالنمسا، بينما لم يكن يرتدي أي قميص.

استغرق إعداد مختبر التجارب على سمكة الزيبرا بهارفارد من إنجرت سنتين. في البداية، حاول إنجرت تصوير العصبونات أثناء سباحة السمكة بحُرِّيَّة، لكنه يقول: «إن اهتزازات المخ بكامله جعلت عملية التصوير مستحيلة». وكان هذا الوقت بداية إعداده لنظام البيئة الافتراضية.

وفي دراسة[7] نُشرت في مايو 2012، قام إنجرت مع باحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة ـ روبن بورتيجيز، وميشا أهرينز ـ ببناء عالَم افتراضي بسيط، يتكون من شرائط حمراء وسوداء، تتحرك تحت السمكة. هذا المؤثر البصري ـ رغم بساطته ـ كان كافيًا لجعل الكائن يشعر كأنه ينجرف إلى الوراء بواسطة نهر مندفع؛ مما يجعلها ترسل أوامر عضلية للدفع إلى الأمام.

وبضغط بعض مفاتيح الحاسوب، استطاع الباحثون التلاعب في المشهد، جاعلين الشرائط تتحرك بشكل أبطأ، أو أسرع. كانت هذه التعديلات تُبْدِي للسمكة أن حركتها ضعيفة جدًّا، أو قوية جدًّا؛ مما يجعلها تقوم بتعديلات للتمكن من البقاء ثابتة في مكانها. ويُعرف هذا السلوك بالتأقلم الحركي، وهو شبيه بما يفعله بعض الأشخاص أثناء سيرهم، ثم مفاجأتهم بالانزلاق على بقعة من الجليد مثلًا. فالمخ في هذه الحالة يستقبل المعلومات الجديدة عن البيئة المحيطة؛ ويقوم بتعديل الحركة؛ ليمنع سقوط الشخص.

وقد أظهرت دراسات على القردة أن مجموعة محددة من العصبونات منخرطة في عملية التأقلم الحركي. يقول إنجرت: «عندما يقع حادث غير متوقع، يجب معالجته بشكل مختلف تمامًا عن التعامل معه عندما يكون متوقَّعًا. وأسلوب المعالجة يُخْبِر عادة عن حدوث شيء في العالم الخارجي، لا علاقة له بالحركة، أو يخبر عن مشكلةٍ ما بالجسم».

أشارت دراسة إنجرت الأولى على السمكة إلى مجموعة العصبونات نفسها، لكنها أظهرت جديدًا.. فهناك عصبونات معينة ضمن تلك المجموعة تشفِّر مكتسبات تغذية مرتدة عالية ـ أي تغذية مرتدة بصرية، تخبر السمكة أن عضلاتها أقوى مما يُتوقع ـ بينما تستجيب عصبونات أخرى للتغذية المرتدة بأن عضلاتها أضعف مما يُتوقع.

هذه هي التفاصيل الجوهرية التي ـ لدى النظر في عصبونات فرادى ضمن خلايا الدوائر العصبية ـ يستمتع بها علماء الأعصاب. وفي سنوات قليلة سابقة، كشفت مختبرات أخرى تفاصيل مشابهة. فمثلًا، في عام 2010، حدد باحثون في اليابان عصبونات محددة بمنطقة العنان ـ بمكان عميق من المخ، تصعب دراسته في الثدييات ـ تؤدي دورًا مهمًّا في استجابة سمكة الزيبرا لشعور الخوف[8]. وفي 2011، أظهر فتشو أن العصبونات الموجودة بالمخ الخلفي للسمك مصفوفة ببراعة أثناء نموها، بحيث تكون العصبونات الأقدم مسؤولة عن الحركات السريعة، بينما تتحكم العصبونات الأحدث في الحركات الأدق[9].

أظهر الباحثون حماسةً أقل لنتائج إنجرت، مقارنةً بحماستهم للتقنية التي استحدثها وتتيح رؤية كل عصبون في كامل المخ الحي العامل. يقول مارتن ماير، عالِم الأعصاب في كينج كولدج بلندن: «لا يمكن تطبيق التقنية نفسها في أيّ حيوان آخر». وماير هو الذي استخدم تقنية تصوير الكالسيوم، بغرض إظهار كيف تستجيب خلايا طبقات المخ المختلفة بسمكة الزيبرا للأجسام المتحركة في اتجاهات محددة[10]. ويضيف ماير: «هناك مجالات غير متناهية ـ بصورة أو بأخرى ـ عندما يكون لديك تلك المنظومة».

وقد أثنى علماء الأعصاب الذين استخدموا نماذج أخرى من الحيوانات على تقنية إنجرت، رغم تحفظاتهم. يقول ريكس كِرّ، الذي درس أدمغة النيماتودا بمركز أبحاث جانيليا فارم في أشبورن، بولاية فرجينيا، التابع لمعهد هوارد هيوز الطبي: «إن تلك التقنية لا تقدم لك كل ما ينبغي معرفته».

يلاحظ كِرّ أن الميكروسكوب ثنائي الفوتون لا يتمكن ـ في حقيقة الأمر ـ من تصوير الثلاثمئة ألف عصبون مرة واحدة، بل إن مجموعة إنجرت تقوم بشكل ممنهج بمتابعة حوالي ألف عصبون تقريبًا في 300 منطقة فرعية لدى 32 سمكة، ثم تستخدم نموذجًا حاسوبيًا لدمج النشاط المرصود في دماغ مرجعي.

ويذكر كِرّ أنه في بعض أنواع السلوك، يحجب النشاط العصبي ـ المأخوذ متوسِّطُهُ ـ بعض أنماط النشاطات العصبية المهمة في فرادى العصبونات. هناك نشاطات عصبية كثيرة مثيرة للاهتمام، يتم تحديدها في مجموعات من الخلايا. يقول كِرّ إنّ سمكة الزيبرا تعتبر «بالغة النفع» في ملاحظة تلك المجموعات.

مستقبل السَّمَك

توجد أسباب عملية لعدم اشتغال أكثر علماء الأعصاب على سمكة الزيبرا.. فهناك أنماط سلوكية معقدة كثيرة ـ كالتواصل، والتفاعل الاجتماعي، والمشاعر المركبة ـ لا تظهر في هذا الكائن. وينبغي للعلماء أن يستحدثوا طرقًا تمكِّنهم من دراسة بعض ردود الأفعال اللاإرادية الأساسية في السَّمَك.

وهذا يعنى عدم اتضاح أنماط السلوك التي ستتمكن تقنية إنجرت من اختبارها فيما بعد. وقد أعرب جيسون ريهل ـ الذي يُعِدّ مختبرًا في يونيفرسيتي كوليدج لندن ـ عن رغبته في استخدام طريقة مشابهة لدراسة العصبونات التي تنتج مركب هايبوكريتين (hypocretin)، المنخرطة في عمليتي النوم واليقظة. يقول ريهل: «إذا استطعنا مراقبة المخ بأكمله لدى استحثاث أو تثبيط خلايا هايبوكريتين؛ فسيكون بإمكاننا التعرف على العصبونات التي تُظْهِر تبدلًا في النشاط»، لكنه برغم ذلك.. يُظْهِر قلقًا من أن يكون لعدم الحركة أثرٌ على نوم السمكة.



> «سيصبح لدينا رسم توضيحي للوصلات العصبية للمخ الكامل، التي تربط البنية بالوظيفة»
> **فلوريان إنجرت**

هذا.. وتوجد لدى إنجرت خطط طموحة. فوجود خمسة باحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة، إضافة إلى ثمانية من طلبة الدراسات العليا، أمرٌ مشجع على أنْ يعملوا جميعًا على تجارب مختلفة على سمكة الزيبرا، بدءًا مِن حمامات دافئة بشكل غير مريح تختبر تعلُّم الخوف، إلى أحواض مياه غنية بالكحول لدراسة آثار الإثابة الإيجابية.

كما يعمل إنجرت على مشروع جانبي، يُحتمَل أن يلفت إليه الأنظار في أواخر هذا العام؛ وهو الخريطة الكاملة لشبكات الاتصال (العصبية) في سمكة الزيبرا، إذ يقوم فريق إنجرت بتصوير وظيفي شامل لكامل مخ سمكة وليدة حية أثناء مراقبتها لأشرطة متحركة، ثم تمرير تلك الأمخاخ إلى زميل آخر بهارفارد، جيف ليختمان، الذي سيقوم باستخدام ميكروسكوب الإليكترون؛ لتتبع الوصلات التشريحية. يقول إنجرت: «سيصبح لدينا رسم توضيحي للوصلات العصبية للمخ الكامل، التي تربط البنية بالوظيفة».

وبتوفر أنواع المصادر هذه، فإن إنجرت وسمكة الزيبرا يكونان قد وجدا ما كان يبحث عنه علماء الأعصاب منذ كاجال: المبدأ الأساسي الذي يصف كيفية تفاعل الدوائر العصبية مع بعضها. يقول إنجرت إن حياته لن تكون فاشلة إذا لم يتم ذلك، لكنه يطمح إلى الوصول إليه. ويضيف قائلًا: «إنّ احتمال حدوث ذلك في السَّمَك يفوق حدوثه في الفئران بعشرة أضعاف». ■

فيرجينيا هيوز كاتبة علوم حرة من مدينة نيويورك.

1. O'Donovan, M. J., Ho, S., Sholomenko, G. & Yee, W. *J. Neurosci. Methods* **46,** 91–106 (1993).
2. Fetcho, J. R. & O'Malley, D. M. *J. Neurophysiol.* **73,** 399–406 (1995).
3. O'Malley, D. M., Kao, Y. H. & Fetcho, J. R. *Neuron* **17,** 1145–1155 (1996).
4. Higashijima, S., Masino, M. A., Mandel, G. & Fetcho, J. R. *J. Neurophysiol.* **90,** 3986–3997 (2003).
5. Helmchen, F., Fee, M. S., Tank, D. W. & Denk, W. *Neuron* **31,** 903–912 (2001).
6. Seelig, J. D. *et al. Nature Methods* **7,** 535–540 (2010).
7. Ahrens, M. B. *et al. Nature* **485,** 471–477 (2012).
8. Agetsuma, M. *et al. Nature Neurosci.* **13,** 1354–1356 (2010).
9. Kinkhabwala, A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108,** 1164–1169 (2011).
10. Nikolaou, N. *et al. Neuron* **76,** 317–324 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تعليقات

ANN C. BRYANT & THOMAS H. PAINTER, JPL/CALTECH SNOW OPTICS LAB.

صورة بالقمر الصناعي للجليد على جبال هيندو كُوش في آسيا، توضح المناطق التي يمتص فيها التراب والكربون الأسود كمية أكبر من ضوء الشمس، مظلّلة باللون الأحمر.

رؤية لعلم البيانات

يرى **كريس أ. ماتمان** أنه لن يمكن الاستفادة المثلى من البيانات الكبيرة، إلا إذا وضعت هيئاتُ التمويل أدوات مشتركة لتحسين الاستكشاف، وتدريب جيل جديد من الباحثين.

«البيانات الكبيرة» كلمتان بسيطتان، لكن لهما تأثير «كبير» على علوم عديدة. وقد خصصت هيئات التمويل ـ مثل المؤسسة الوطنية للعلوم، والمعاهد الوطنية للصحة في الولايات المتحدة ـ ملايين الدولارات لبرامج ومبادرات، تهدف إلى التغلب على تحديات تخزين كميات ضخمة من البيانات واسترجاعها. وإنْ كنا لا نقلل من أهمية هذه المبادرات، لكننا نرى أنه أحرى بهذه الهيئات أن تركز على وضع الأدوات المشتركة لتحسين عمليات البحث والاستكشاف.

وترجع ضخامة تلك البيانات إلى ثلاث نواحٍ: حجم المعلومات التي ينبغي على النظم أن تتعاملَ معها وتعالجها وتنشرها، وعدد أنواع المعلومات المطلوب التعامل معها ومستوى تعقيدها، وسرعة دخول وخروج المعلومات.

لقد غدت أنواع البيانات بحجم التيرابايت (10^{12} بايت) شائعة في تخصصات علوم الأرض، والفضاء، والفيزياء، والجينات (انظر الرسم التوضيحي «طوفان البيانات»)، ولكن نقص الاستثمار في خدمات مثل تكامل اللوغاريتمات، وتحويل صيغ الملفات يحدّ من القدرة على التعامل مع البيانات الأرشيفية لكشف العلم الجديد.

أعمل رئيسًا لفريق من الباحثين في مبادرة للبيانات الكبيرة بمعمل الدفع النفاث في مدينة باسادينا بولاية كاليفورنيا. وتتمثل مهمة الفريق في دراسة مشروعات أرشفة البيانات، والتنقيب فيها، وإعداد اللوغاريتمات الذكية، والمعدات منخفضة الطاقة؛ لدراسة علم الفلك، وعلوم الأرض. وبدلا من العثور على نظام واحد قادر على «القيام بجميع المهام» مع أي مجموعة من البيانات، يتطلع الفريق إلى تحديد مجموعة من الأنماط الهيكلية، ونماذج التعاون التي يمكن تطويعها وفقًا لعدد من المشروعات.

في ظني أنّ ثمة تطورات أربعة ينبغي إنجازها لتحقيق هذا الهدف. نحن أولًا بحاجة إلى إيجاد وسائل لدمج اللوغاريتمات المتنوعة بهياكل البيانات الكبيرة بسلاسة. وينبغي الجمع بين جهود تطوير البرمجيات والأرشفة تحت سقف واحد، كما تتم قراءة البيانات عبر عديد من صيغ الملفات بصورة آلية. وأخيرًا، يتطلب تفسير ◄

◀ الكميات الكبيرة من البيانات العلمية وفهمها جيلاً جديدًا من الباحثين الذين لديهم قسط وافر من الإلمام بالعلوم، والحوسبة المتقدمة على حد سواء.

دمج اللوغاريتمات

يوضح أحد المشروعات التي يعكف عليها فريقي في معمل الدفع النفاث التحديات التي يواجهها الباحث في التعامل مع البيانات الكبيرة. ففي عام 2011، طلب منا المركز الوطني الأمريكي لتقييم المناخ إنشاء نظام حوسبي يدمج عددًا من القياسات المرتبطة بالجليد، وأن نقوم بذلك في غضون شهر واحد.

تضمنت البيانات ملاحظات الرصد من غرب الولايات المتحدة، وألاسكا، ومناطق هندو كُوش في سلسلة جبال الهيمالايا، بالإضافة إلى السجل الكامل لرصد الأرض منذ عام 2000، وبيانات الرصد اللاحقة. ويصل حجم مشتقات البيانات والخرائط إلى مئات عديدة من التيرابايتات.

كانت اللوغاريتمات التي يتم دمجها متنوعة، وتشتمل على أكواد لتقدير تغطية الجليد، وحجم الحبيبات، وحجم الإشعاع الشمسي الذي يمتصه التراب والكربون الأسود[1]. وتمت كتابة هذه اللوغاريتمات بلغة IDL، وهي لغة برمجة متخصصة يستخدمها عديد من الباحثين، وأسهم في وضع هذه اللوغاريتمات عديد من خبراء الجغرافيا، وخبراء الاستشعار عن بُعْد، ومطوري البرمجيات.

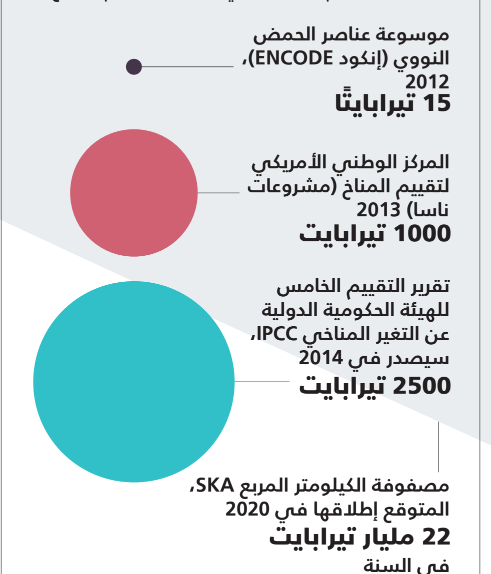
ويفترض أغلب علماء الكمبيوتر أن مثل هذا النظام سيستغرق تطويره عدة سنوات، وليس أسابيع. ويُفترض أن تتم إعادة كتابة اللوغاريتمات بلغة برمجة معيارية، مثل ++C، أو الجافا، أو بايثون، أو بلغة معيارية يمكنها أن تعمل على حاسب سريع، أو بنية تحتية، مثل نموذج جوجل MapReduce.

غير أني أرى ـ من واقع خبرتي ـ انتفاء الحاجة إلى إعادة كتابة اللوغاريتمات العلمية لنظم البيانات الكبيرة، فإعادة كتابة هذه اللوغاريتمات لن تؤدي سوى إلى زيادة العوائق والعقبات أمام الاتصال بين العلماء ومهندسي الحاسب، فضلًا عما ينجم عن ذلك من أخطاء فادحة التكلفة.

وينبغي أن يثق مهندسو الحاسب في قدرة العلماء على إنتاج لوغاريتمات صالحة للتشغيل، يمكن دمجها في إطار أكبر للمعالجة. وتكمن البراعة هنا في القدرة على ربط ملفات الإدخال والإخراج والمعايير المرتبطة بها بإطار البيانات الكبيرة، دون أن تكون ملحوظة؛ حتى يعمل اللوغاريتم بسلاسة. وإذا طبقنا المنهج المتوازي متعدد المحاور؛ سنستطيع أن ننجز عملية التطوير بسرعة. وقد استطعنا إنجاز نظام الحوسبة لعلم الجليد بهذه الطريقة في أقل من شهر.

التطوير والرعاية

في الوقت الحالي، تضطلع عادة مجموعات عمل متخصصة بتنفيذ المهام المتنوعة لحوسبة البيانات الكبيرة. ويذهب أغلب تمويل الهيئات إلى بناء مراكز أرشيفية مُخصّصة دائمة، أو شبكات البيانات[2] ـ مثل مركز الأرشيف النشط الموزع لعلوم الأرض في «ناسا»، أو تحالف مرصد الدولي الافتراضي لعلوم الفلك ـ من أجل نشر البيانات، والحفاظ عليها ورعايتها[3]. وقد حصلت أرشيفات كبيرة على مبالغ بمتوسط 100 مليون دولار في السنة من هيئات التمويل الفيدرالية خلال العقد الماضي. وعلى النقيض، تُخصَّص لتطوير اللوغاريتمات العلمية ودمجها وتحديثها مبالغ تتراوح ما بين مليون، و5 ملايين



دولار في الولايات المتحدة الأمريكية. ويتم تنفيذ هذه المهام في مراكز الحوسبة العلمية، التي غالبًا ما تكون صغيرة ومؤقتة. ولأنه يجب على هذه المراكز أن تنجز الكثير بأقل التكاليف الممكنة، تعتمد هذه المراكز بصورة واسعة على استخدام وإنشاء البرمجيات مفتوحة المصدر، وجهود المبرمجين المتطوعين[4-6]. ومن هذه الأمثلة: نظام Apache Hadoop[7]، ونظام Apache Tika[8]، وكلاهما يستخدمان في دراسة علوم الأرض، والطب الحيوي، والاقتصاد.

ورغم أن التمويل يخصص لمشروعات تفسير البيانات والأرشفة كلّ على حدة، وبمستويات غير متكافئة على الإطلاق، لكن احتياجات كل منهما ـ مثل معالجة مسارات العمل وإدارة الملفات والموارد ـ تتداخل، وتكمن كل منهما في الأخرى. ونظرًا إلى انخفاض تكاليف التخزين ومعالجة البيانات، يتجه مطورو اللوغاريتمات إلى حفظ وأرشفة أعمالهم، وفتح مجالات جديدة للأبحاث على مجموعات البيانات الكبيرة التي أغلقت من قبل.

في العقد المقبل، أتوقع أن تندمج مراكز الأرشيفات والحوسبة العلمية ببعضها البعض. ومجتمع خبراء علم الفلك الراديوي على مستوى العالم يقومون بذلك بالفعل في إطار جهود الاستعداد لإطلاق التليسكوب الراديوي «مصفوف الكيلومتر المربع» الذي سيرى الضوء لأول مرة في عام 2020. وسيتخطى حجم البيانات الهائل التي سينتجها التليسكوب، والتي تصل إلى 700 تيرابايت كل ثانية الحجمَ الحالي للإنترنت بأشواط بعيدة خلال بضعة أيام فحسب. وتعمل مراكز الأرشفة في الولايات المتحدة ـ مثل المصفوفة الشاسعة للغاية للمرصد الوطني لعلم الفلك الراديوي، ومصفوفة مرصد أتاكاما الملّيمتري/ تحت الملّيمتري الكبير ـ على تطوير البرمجيات القادرة على التعامل مع هذا الطوفان من البيانات.

صيغ عديدة

يجب على نظم البيانات الكبيرة أن تتعامل مع الآلاف من أنواع وأنماط البيانات. وقد تشكلت مجموعات عمل تتعاون معًا من أجل تطوير برمجيات نمذجة المعلومات والأنطولوجيات و«الويب الدلالية» Semantic Web للتغلب على تعقيد البيانات و«البيانات الوصفية» Metadata (مصطلحات الوصف المرفقة بالملفات) إلى حد ما. وكانت مجموعات العمل هذه تعتمد ـ إلى حد ما ـ على التدخل البشري. ولم تحرز أيٌّ من مجموعات العمل الهدف المنشود من خلال وضع حلول تلقائية آلية تتعرف على نوع الملف؛ وتستخرج المعلومات المفيدة منه.

ويعكف فريق الباحثين الذي يعمل في مبادرة البيانات الكبيرة حاليًّا على إنشاء مقارنات بين بيانات الرصد والنماذج للمركز الوطني الأمريكي لتقييم المناخ و«مشروع مقارنة النموذج المقترن» Coupled Model Intercomparison Project لصالح الهيئة الحكومية الدولية المعنيّة بتغير المناخ، حيث تستخدم وكالة «ناسا» الفضائية الإصدار الخامس من صيغة البيانات الهرمية (HDF-5)، وتمثل البيانات الوصفية لنظام رصد الأرض ـ صيغة البيانات الهرمية. ويتم تخزين مخرجات نماذج المناخ في صيغة «نموذج الشبكة الموحد للبيانات» مع مواصفات بيانات الوصف الخاصة بالمناخ والتوقعات[9]. وسيتطلب الأمر وسائل وطرق آلية لمضاهاة وتحليل هذه البيانات التي تقدر أحجامها بوحدة البيتابايت (10^{15} بايت).

وتتجه مجالات البيانات الكبيرة إلى صيغ تتمتع بدعم وتوافق أكبر.. فعلماء الفلك ـ على سبيل المثال ـ يتجهون من صيغة «نظام نقل الصور المرن» Flexible Image Transport System ـ الذي كان المعيار الخاص بهم ـ إلى صيغة الملفات (HDF-5) الخاص بوكالة «ناسا». ويؤكد التاريخ لنا على أن تحديد صيغة ملف جامعة واحدة ليس هو الحل، بسبب استمرار انتشار أنواع الملفات. ونحن بالفعل بحاجة إلى مجموعة من الأساليب الآلية؛ لتحويل صيغ الملفات إلى جوهرها، حيث تتزايد أعداد صيغ الملفات التي تنقاد إلى هذه الأساليب. إننا بحاجة إلى نظم مرنة، يمكنها تنفيذ مهام متعددة، والتعامل مع بيانات متنوعة. وهناك محاولات مشجعة في وقتنا الحالي، منها: Apache OODT[10]، و Apache Tika[8].

قوة العنصر البشري

يحتاج الباحثون إلى الجمع بين مهارات العلوم والحوسبة؛ من أجل التغلب على تحديات البيانات الكبيرة. وهو مزيج لا يزال نادرًا للغاية، وإذا جاز القول.. نحن بحاجة ملحة إلى جيل جديد من «علماء البيانات». وعلى علماء البيانات ـ بجانب كونهم رعاة لها ـ أن يضعوا لوغاريتمات مُخصّصة لتحليل صيغ الملفات، وتطويعها. وينبغي أن يلمّ هؤلاء العلماء بحظ وافر من علوم الرياضيات، والإحصاء، والفيزياء، الضرورية لدمج اللوغاريتمات بالإطارات الفعالة، كما ينبغي عليهم أن يجدوا الحلول التي تتخطى جهود زملائهم المشتتة، التي سادت العقد الماضي في تطوير نظم البيانات الكبيرة.

ويجدر بهيئات ووكالات التمويل أن تدعم مراكز الحوسبة التي تمزج بين رعاية البيانات الكبيرة، وتطوير البرمجيات، وتوظيف علماء البيانات الذين يسدون هذه الفجوة. والتنسيق بين هذه الهيئات لا غنى عنه؛ من أجل تجنب التكرار. ومن النماذج المبكرة الواعدة: مجموعة الإدارة والتوجيه المعنيّة بالبيانات الكبيرة التي تنسق جهود الباحثين والعلماء في المؤسسة الوطنية للعلوم والمعاهد الوطنية للصحة، ووكالة «ناسا» الفضائية، وغيرها. ويتطلب الأمر المزيد من الإشراف؛ لإنشاء أنماط عمل جديدة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ولأن مجالات البيانات الكبيرة تتخطى حدود الدول وتخصصات العلوم المختلفة، يجب أن تكون هذه المراكز والهيئات ذات طابع دولي أو عالمي. هذا.. ويساعد علماء البيانات في مراكز التميز حول العالم ـ مثل معمل الدفع النفاث ـ علماءَ الفلك وعلماءَ الأرض على تبادل الأساليب مع المتخصصين في العلوم الحيوية، والعكس.

وحتى ينمو هذا التخصص ويزدهر، على علماء البيانات تخطِّي العوائق والعقبات الشائعة في البحث عبر التخصصات، ويجب عليهم اكتساب المؤهلات الأكاديمية، بجانب فهم عدد من الموضوعات العلمية.. فهناك دوريات معينة، مثل دورية «علوم البيانات» *Data Science Journal*، أصبحت بارزة بين خبراء الحوسبة، كما ينبغي أيضًا أن تخضع منتجات وتقنيات البرمجيات للتقييم من قِبَل اللجان الأكاديمية.

نحن بحاجة أيضًا إلى دورات تدريبية عابرة للتخصصات. وقد أنشأت جامعة كاليفورنيا بمدينة بيركلي، وجامعة ستانفورد بكاليفورنيا دورات أوليّة لعلماء الحاسب حول تقنيات البيانات الكبيرة، وينبغي أن تحذو الجامعات الأخرى حذوهما. وينبغي على المتخصصين في العلوم الطبيعية أن يكونوا على دراية بقضايا الحوسبة وصيغ الملفات.

وفي عديد من المحاضرات التي ألقيتها لخريجي علوم الكمبيوتر، جمعت بين الطلاب في جامعة كاليفورنيا الجنوبية في لوس أنجيليس مع باحثين في معمل الدفع النفاث. واكتشف الطلاب ـ باستخدام مشروعات حقيقية ـ التحديات التي تنتظرهم في الحياة العملية. وآمل أن أوظِّف بعضهم في مشروعات مبادرة البيانات الكبيرة التي يطلقها معمل الدفع النفاث. وستتخطى التقنيات والمناهج التي يضعونها حدود «ناسا» من خلال الإسهامات في مجتمع مطوِّري المصادر المفتوحة.

وسوف يتمكن الطلاب ـ إذا زُوِّدوا بمعرفة البِنَى التحتية للبيانات الكبيرة، ونظم المصادر المفتوحة ـ من قطع أشواط كبيرة تجاه التغلب على التحديات الكبرى التي تفرضها البيانات الكبيرة. ■

كريس أ. ماتمان عالم حاسب في معمل الدفع النفاث بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، باسادينا، كاليفورنيا 91109، الولايات المتحدة الأمريكية، ويعمل أستاذًا مساعدًا مؤقتًا لعلوم الحاسب في جامعة كاليفورنيا الجنوبية، لوس أنجيليس، كاليفورنيا 90089، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: chris.a.mattmann@nasa.gov

1. Painter, T. H., Bryant, A. C. & Skiles, S. M. *Geophys. Res. Lett.* **39,** L17502 (2012).
2. Foster, I., Kesselman, C. & Tuecke, S. *Int. J. High Perform. Comput. Appl.* **15,** 200–222 (2001).
3. Lynch, C. *Nature* **455,** 28–29 (2008).
4. Morin, A. *et al. Science* **336,** 159–160 (2012).
5. Spinellis, D. & Giannikas, V. *J. Syst. Softw.* **85,** 666–682 (2012).
6. Ven, K., Verelst, J. & Mannaert, H. *IEEE Software* **25,** 54–59 (2008).
7. White, T. *Hadoop: The Definitive Guide* 2nd edn (O'Reilly Media/Yahoo Press, 2010).
8. Mattmann, C. A. & Zitting, J. L. *Tika in Action* (Manning, 2011).
9. Cinquini, L. *et al. Proc. 2012 IEEE 8th Int. Conf. E-Science* Chicago, Illinois, 8–12 October 2012 (in the press).
10. Mattmann, C. A., Crichton, D. J., Medvidovic, N. & Hughes, S. in *Proc. 28th Int. Conf. Software Engineering (ICSE06), Software Engineering Achievements Track* 721–730 (2006).



VISUALS UNLIMITED/NATUREPL.COM

الواجهة المهيبة للنهر الجليدي «بيريتو مورينو» في جنوب غرب الأرجنتين، الذي يشكل جزءًا من الغطاء الجليدي في أمريكا الجنوبية.

عشرة أشياء تجب معرفتها عن الجليد والثلوج

«يعتبر فهم السلوك الجزيئي للمياه المتجمدة أمرًا أساسيًّا للتنبؤ بمستقبل كوكبنا»

ثورستن بارتلس راوش.

الجليد هو عنصر مركزي للمناخ والجيولوجيا والحياة. ويُعتبر فهم سلوك الجليد من الأمور الأساسية من أجل التنبؤ بمستقبل كوكبنا، وكشف حيثيات ظهور الحياة في الكون[1]. يوجد الماء المتجمد على الكواكب والأقمار والمذنبات في نظامنا الشمسي. ويقوم الغطاء الجليدي القطبي على كوكب الأرض بعكس حوالي 90% من الإشعاع الشمسي الوارد إلى الكوكب. وفي المتوسط، توجد حوالي 7% من مساحات المحيطات في حالة تجمد، كما يؤدي الجليد البحري إلى تعديل التيارات البحرية، والحَدّ من تبادل الغازات مع مياه البحر. ويغطي الجليد والثلوج حوالي 10% من مساحة اليابسة بشكل دائم، وحوالي نصف المنطقة الشمالية من الكرة الأرضية في فصل الشتاء، حيث تقوم هذه الملاءات من المياه المتجمدة بعزل الأراضي والمحيطات من تحتها.

وتقوم الغيوم الجليدية بتركيز المواد الكيماوية المنتشرة في الهواء، وهي مواقع لحدوث عدة تفاعلات كيميائية جوية. كما تقوم غيوم الجليد فوق المناطق القطبية بدور المهيئ للتفاعلات ما بين المواد المستنزفة للأوزون، مما يؤدي إلى إنتاج ثقوب في طبقة الأوزون على ارتفاعات عالية؛ تؤدي بدورها إلى تعريض ملايين الناس إلى كميات زائدة من الأشعة فوق البنفسجية. ويمكن للتفاعلات الكيميائية التي تحدث على الثلوج التي تغطي اليابسة أن تقوم بإنتاج الأوزون، وبعض الملوثات البيئية الأخرى. وتتراكم السموم العضوية والزئبق في الثلوج، وتتم إسالتها في الأنهار والمحيطات مع ذوبان الثلوج، حيث تدخل بدورها إلى الشبكة الغذائية الطبيعية.

ومع ذلك.. فإن الآليات الجزيئية التي تقوم عليها هذه العملية تبقى غير معروفة إلى حد كبير[2]. وبدون معرفة الكيفية التي يتم بها حدوث هذه التفاعلات الكيميائية في الثلوج والجليد، وأين تحدث بالضبط ضمن تركيبة الحبيبات والبلورات، سيظل من المستحيل بناء وحدات تحليلية حول الثلوج والجليد، لإدخالها في النماذج الحوسبية للمناخ والغلاف الجوي، أو لاستقراء الدراسات المخبرية في تحليل الظروف البيئية ضمن حدود كافية من الثقة.

وفي رأيي الخاص، هناك حاجة إلى دراسة كيمياء وفيزياء الجليد، والتركيز على النطاق الجزيئي، إذا كنا نريد التصدي للمشاكل البيئية الكبيرة التي نواجهها. لقد فتح التقدم الحديث في المحاكاة الحوسبية والتقنيات التجريبية مثل التحليل الطيفي الحساس للأسطح (الذي يمكن تطبيقه الآن في درجات حرارة وضغط وثيقة الصلة بالبيئة الطبيعية) البابَ أمام دراسات مثيرة في المستقبل، وسوف أقوم هنا بتلخيص إجابات عشرة أسئلة مفتوحة حول الجليد.

عشرة أسئلة

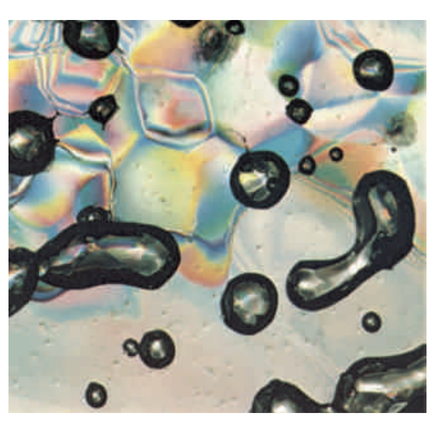
كيف يتكون الجليد؟ هناك معلومات كثيرة ما زالت مجهولة حول كيفية وتوقيت حدوث تجمد المياه، رغم أهمية هذا كأمر أساسي لفهم مناخ الأرض ◄

◀ ودورة المياه. لا يمكن أن نتنبأ على وجه اليقين أين تتكون الغيوم الجليدية في الغلاف الجوي، ومتى تتكون، حيث تبقى بعض المناطق في الجو رطبة، مع توقعنا لها أن تصبح متجمدة.. فهل تتجمد قطرات المياه من السطح أولًا، أم تحدث لها بلورة من الداخل؟ وما هو شكل الجليد الذي ستكوِّنه؟ يتشكل الجليد عادة بسهولة على الأسطح الصلبة. ولفهم لماذا يحدث ذلك.. تجب دراسة القواعد الجزيئية لتفاعل جزيئات المياه مع هذه الأنواع من الأسطح.

كيف تتغير تركيبة الجليد؟ تتكون بلورات الجليد من جزيئات من المياه، ترتبط معًا في تركيبة منتظمة رباعية الأسطح بواسطة الروابط الهيدروجينية. هذا.. والكثير من التركيبات البلورية للمياه معروفة، وأكثرها شيوعًا البلورة الجليدية سداسية الأضلاع التي تشكل رقاقات الثلج. ومع تغيُّر درجات الحرارة والضغط الجوي تقوم الجزيئات المائية بالتكيف مع الحالة المتغيرة، عن طريق تعديل ترتيبها لتقليل الطاقة؛ مؤدية إلى تشكيل الأنماط المختلفة من الجليد. هناك فهم جيد لهذه التحولات في ترتيب الجزيئات الجليدية على المستوى الظاهري البادي للعيان، ولكننا بحاجة إلى إعادة إنتاج هذه العمليات الجزيئية لاحقًا في المحاكاة الحوسبية، أو حسابات كيمياء الكَمّ على كل نطاقات تغيُّر الحرارة والضغط، ومع هذه النماذج المحسّنة يمكننا أن نعمل على الإجابة على الأسئلة الأخرى، مثل التركيبات السطحية، وكيفية وصول الشوائب إلى الجليد.

كيف تتصرف التركيبات المختلفة من الجليد؟ بالإضافة إلى البلورات المنظمة، يمكن أن يظهر الجليد في تركيبات غير منتظمة، ولكن عظيمة الاستقرار، بحيث تكون الترتيبات الجزيئية ذات عمر طويل، ولكن ليس في حالة أدنى من الطاقة. وهذا التغيُّر في الشكل يوسِّع من الاحتمالات التي تتعلق بمدى استعداد تكوين بلورات الجليد، والقدرة التفاعلية الكيميائية للغيوم الجليدية، وكيفية التقاط الشوائب في المذنبات، وكذلك القوة الميكانيكية للأجسام الجليدية في الفضاء. ومع هذا.. فلا نعلم إلا القليل حول كيفية تركيب هذه الأشكال الجليدية، وما إذا كانت تتفاعل مع الجليد البلوري الشكل، أم لا، وأين توجد. ويمكن أن يتكون الجليد عديم الشكل رباعي الأسطح بشكل رخو في تركيبته، ولكنه ليس بلوريًّا على المذنبات عندما تتكثف المياه في درجات حرارة منخفضة جدًّا، ويمكن أن يتكون الجليد المكعب عظيم الاستقرار الذي يتمتع باستعداد تكوين أعلى من الترتيب سداسي الأضلع في الغيوم الجليدية. وتُعتبر دراسة هذه التركيبات عملية شاكة وصعبة، وغير قابلة للتمييز بصريًّا، ويمكن لدراسات انكسار الأشعة السينية والنيوترونية بالمختبرات أن تقدم بعض الإجابات المفيدة.

ما هو تركيب سطح الجليد؟ يتم كسر النظام الجزيئي للثلج على أسطح البلورات. وتقوم الروابط الهيدروجينية التي تتعرض إلى الهواء أيضًا بضم ملوثات، مثل غاز الميثان، والأسيتون، وحمض النيتريك، وحمض الهيدروكلوريك. وتصبح الشبكات الناتجة والمكونة من جزيئات المياه غير منتظمة، وصعبة الوصف، خاصةً في الجليد، الذي يُعتبر دافئًا وقريبًا من نقطة الذوبان، حيث تنتشر حالة عدم الانتظام بشكل عميق إلى داخل البلورة. وعلينا أن نعرف الأشياء الأساسية حول هذه الطبقة، مثل تركيبها الجزيئي، وكيف يتغير هذا التركيب مع



تعكس الفقاعات الهوائية في جوف الجليد نوعية الغلاف الجوي القديم.

درجات الحرارة، وكذلك دورها في حمل الشوائب وتهيئة التفاعلات الكيميائية.. ذلك الدور الذي لا يزال غامضًا، ويمكن لتقنيات التحليل الطيفي الحساس للأسطح أن تحدد شبكات جزيئات المياه التي تقوم بعملية الربط في مستويات ضغط قريبة من الضغط الخارجي المحيط، وبالتالي الجليد القريب من نقطة الذوبان، وهي التي ستسهم بدورها في الإجابة على هذه التساؤلات.

أين تقع الشوائب داخل الجليد؟ تختلط المياه المتجمدة غالبًا في المناطق العليا من الغلاف الجوي، وفي الفضاء مع أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون والميثان وحمض الكبريتيك وحمض النيتريك، ويحمل الجليد على سطح الأرض الكثيرَ من المواد الكيميائية من مصادر مختلفة منها الأملاح البحرية والغبار والتلوث، وقد تمت ملاحظة شوائب مختلفة تتطاير من المذنبات التي تتجه قريبًا من الشمس، وهذا يشير إلى أن هذه الشوائب تكون محاصرة داخل مواد متجمدة إلى أن تتبخر الجليد، ولكننا لا نعرف كيف تختلط هذه الشوائب مع الجليد، أو ما إذا كانت أنواع مختلفة من الجليد مثل الثلج الهش، والأنهار الجليدية المتراصة تحتفظ بالشوائب بطريقة مشابهة أم لا.

وقد تم التعرف على تركيبات بلورية مرتبطة بشوائب مختلفة في تجارب مخبرية، وعلى سبيل المثال.. يشكل حمض النيتريك هيدرات صلبة مع الماء المتجمد، وتعتبر تلك المركبات محورية في عملية استنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير الجوية. وعلينا أن نحدد المرحلة التكوينية والموقع والبيئة الكيميائية للشوائب ضمن المواد الجليدية في الفضاء، وفي الغيوم، وعلى الأرض، كما تعتبر تقنيات التحليل الطيفي الحساس للأسطح وانكسار الأشعة واعدة في هذا السياق.

كيف تحدث التفاعلات داخل الجليد؟ في القطب الجنوبي تقوم تفاعلات أكسيدات النيتروز المنطلق من الجليد بإنتاج كميات كافية من الأوزون؛ لرفع التركيزات المحلية إلى مستويات شبيهة بالمناطق الصناعية. وفي القطب الشمالي يتم تحويل أيونات الزئبق المترسبة من الغلاف الجوي إلى الغطاء الجليدي، قبل أن يتم إطلاقها مرة أخرى إلى الجو. وفي الفضاء تتكون جزيئات مثل الهيدروجين والمياه والميثانول وثاني أكسيد الكربون والأمونيا والأحماض الأمينية على أسطح الحبيبات الجليدية، وللحصول على فهم أفضل للتفاعلات الكيميائية التي تحدث على طبقات الأسطح وفي شبكات الجليد المعقدة علينا أن نحدد المسارات الرئيسة ومواقع

وجود الشوائب المشاركة في هذه التفاعلات، مع الأخذ بعين الاعتبار أن القدرة التفاعلية على السطوح الجليدية تختلف بشدة عن تلك التي تحدث على الجيوب متناهية الصغر، أو الجليد المتراكم ذي الحجم الكبير، ويمكن للتجارب الحركية التقليدية أن تحدِّد الحالة الكيميائية للعناصر المتفاعلة.

هل هناك جيوب من السوائل في الجليد؟ يملأ الماء المالح المسامات والقنوات في الجليد البحري، ويمكن للأملاح البحرية في الثلوج والشوائب حول حدود الأنهار الجليدية أن تؤدي إلى ذوبان محلي للجليد، تنتج عنه بِرَك مائية داخلية، ويؤدي وجود السوائل إلى تغيير مصير الشوائب، واستقرار الحالات المختلفة من الجليد، ولكننا في البيئات الطبيعية للجليد لا نعرف ما هي كميات السوائل المحصورة داخل الجليد، أو مواقع وجودها، ونلحظ في المختبر أن السوائل تتجمع في جيوب جليدية متناهية الصغر تقاس بالنانومتر على درجات حرارة أقل بعشرات الدرجات من المستوى الطبيعي وليس من المعروف ما إذا كانت هذه الجيوب توجد في الطبيعة أم لا، وما هي كميات الشوائب التي يمكن أن تلتقطها، ومن الصعب تسجيل الملاحظات في هذه المستويات من الأحجام الصغيرة، كما أنه من الصعب التمييز ما بين المياه السائلة والمتجمدة بصريًّا. ويمكن لأجهزة المجاهر التي تستخدم المواد الكيميائية التي تعزز التباين ما بين الحالات السائلة والصلبة أن تتصدى للإجابة على هذه الأسئلة.

كيف تؤثر العمليات الفيزيائية على الشوائب في الجليد؟ يتم امتصاص المواد الكيميائية من الغلاف الجوي بسرعة عن طريق الثلوج، حيث تهبط هبوطًا عميقًا داخل الأنهار الجليدية على مدار قرون؛ لتغيِّر بذلك التركيب الكيميائي للهواء والثلج والغطاء الجليدي على مدار الزمن. وتسهم التباينات في مستويات الملوثات التي تنتشر بشكل بطيء مثل الفلورايد وسلفونات الميثان في تعقيد عملية تأريخ السجلات البيئية التي توثقها عينات الجليد الجوفية، ولذا.. يجب علينا تحديد العمليات التي تسيطر على انتشار الملوثات في الجليد والثلوج، وكذلك تبادلها مع الجو في الغيوم وعلى الأرض عن طريق قياس معدلات التبادل، وموقع حدوث عمليات التبادل هذه ضمن تركيب الجليد، حيث تؤثر بعض العمليات على تحرك ومصير الشوائب في الجليد، مثل الامتزاز السطحي، والانتشار نحو بلورات الجليد، أو على امتداد حدود حبيبات الثلج، وكذلك حجز هذه الشوائب عن طريق السوائل. ويمكننا استخدام تقنيات التحليل الطيفي؛ لمتابعة هذه التفاعلات على المستوى الجزيئي.

كيف يؤثر نمو الجليد على الشوائب؟ تمر جزيئات المياه في الطبقات السطحية من الجليد والثلوج بشكل مستمر في حالات من التبخر وإعادة التجمد. وعلى مدار اليوم، وبشكل يترافق مع تغيُّر دورة الحرارة ما بين الدفء والبرودة يمكن حدوث إعادة انتشار لحوالي 60% من هذه الجزيئات، فكيف تستجيب الشوائب مع تغير شكل أو حجم أو المساحة السطحية للجليد بشكل جذري؟ كشفت الدراسات المخبرية والميدانية أنه يتم التقاط الزئبق، وبيروكسيد الهيدروجين، وحمض الهيدروكلوريك، وحمض النيتريك بشكل أسرع من قِبَل الجليد الذي يمر في مرحلة نمو أكثر من الجليد الثابت. وهناك حاجة إلى مزيد من التجارب؛ لقياس هذا الامتصاص بشكل دقيق، وعلى مدى معدلات نمو مختلفة. ويمكن أن تكون البداية

W. BERNER/UNIVERSITY OF BERN

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأفضل بقياس ومتابعة امتصاص الشوائب في بلورات الجليد الفردية التي تمر في مرحلة النمو.

إلى متى سوف يستمر الجليد؟ تشير البيانات الواردة من الأقمار الصناعية إلى أن الغطاء الجليدي الدائم في القطب الشمالي يتراجع بما معدله 10% في كل عقد، كما يتسارع تراجع مساحات الأنهار الجليدية في جرينلاند والقطب الجنوبي. إن فهمنا لهذه الملاحظات لا يزال قاصرًا عن التنبؤ بمعدلات اختفاء الثلوج والجليد من كوكبنا في هذا القرن. ويمكن أن تساعدنا دراسة تأثير كيمياء الجليد على الذوبان في المستوى الجزيئي على التنبؤ بمصير الجليد والثلوج على كوكب الأرض.

العودة إلى المختبر:

كيف يمكننا أن نجيب على كل هذه التساؤلات؟ من أفضل نقاط البداية.. وجود الشبكات البحثية الحالية، مثل برنامج التفاعلات الكيميائية ما بين الهواء والجليد التابع للمشروع العالمي للكيمياء الجوية الذي أشارك به شخصيًّا، إضافة إلى الشبكة التابعة للمؤسسة الأوروبية للعلوم حول الديناميكيات الصغيرة للجليد، ومشروع صحة القطب الشمالي المدعوم من الاتحاد الأوروبي.

يجب توسعة نطاق هذا التعاون ما بين العلماء من مختلف التخصصات والدول، كما يجب استقطاب علماء المواد، العاملين على البلورات والتركيبات السطحية للمعادن، وعلماء بيولوجيا الخلية الذين يدرسون المكونات الحية للبيئات المتجمدة، وعلماء الغذاء الذين يدرسون كيفية تغيُّر المركبات أثناء التجمد.

كما يجب استقطاب المزيد من التمويل؛ لدعم البحوث الأساسية في المختبرات. وإنني أعتقد أنه يمكن الإجابة على هذه الأسئلة العشرة كلها باستثمار لا يتجاوز 5 مليون يورو (7 ملايين دولار). وللأسف قد يكون من الصعب إيجاد هذا التمويل، لكن مع قدرتنا الحالية على معرفة الأسئلة الرئيسة، أعتقد أن الوقت قد حان لتطبيق تجارب شمولية، مُصَاغَة بطريقة جيدة في المختبرات باستخدام تقنيات تحليلية متطورة، منها مرافق المسارِعات المختلفة. وربما يكون عدم وجود اقتناع بأهمية كيمياء الجليد سببًا في انتقال مجموعات بحثية عاملة في مجال الثلوج والجليد إلى الدراسات الميدانية. وعلينا أن نعكس هذا التوجه، واستخدام الخبرات التي تم الحصول عليها خلال العقود الماضية؛ لفهم دور الجليد في النظام الطبيعي العالمي لكوكب الأرض، وذلك قبل أن يختفي هذا الجليد. ■

ثورستن بارتلس راوش يدرس الكيمياء السطحية للجليد والثلوج في معهد بول شيرير في سويسرا.
البريد الإلكتروني: e-mail: thorsten.bartels-rausch@psi.ch

1. Bartels-Rausch, T. *et al. Rev. Mod. Phys.* **84**, 885–944 (2012).
2. Bartels-Rausch, T. *et al. Atmos. Chem. Phys. Discuss.* **12**, 30409–30541 (2012).

تصنيف المخلَّفات البلاستيكيّة ضمن الملوِّثات الخطرة

«لقد أصبحت سياسات إدارة المخلّفات البلاستيكيّة قديمةً، ومهدِّدةً لصحة البشر والكائنات البريّة».

تشيلسي م. روشمان، و**مارك أنتوني براون**، وزملاؤهما.

في العام المنصَرِم، أُنتِج ما يقارب 280 مليون طن من البلاستيك عالميًّا. وقد أُعيد تدوير أقل من نصف هذه الكمية، أو تم وضعها في مكبّات النفايات. أمّا الكميّة المتبقيّة ـ التي تبلغ 150 مليون طن ـ فيبدو أنّ بعضها لا يزال قيد الاستخدام، والجزء الآخر يملأ أراضي القارات ومياه المحيطات (انظر «عالم البلاستيك»).

ولا يقتصر الضرر الذي يُلحِقه البلاستيك بالحياة البريّة على الأذى الماديّ فقط[1،2]، بل يتعدّاه في بعض الحالات ليكون كيميائيًّا أيضًا، فإمّا أن تكون مادته سامّةً في حد ذاتها[3]، أو تكون قابلةً لامتصاص مواد ملوثة أخرى[4،5]. وفي الواقت الراهن، يُصنَّف البلاستيك ضمن المخلَفات الصلبة في كل من الولايات المتحدّة، وأوروبا، وأستراليا، واليابان، ويُعامَل بالطريقة نفسها التي تُعامَل بها فضلات الطعام وقُصاصات العُشب.

نحن نعتقد أنّه إذا ما قامت الدول بتصنيف مخلّفات البلاستيك الأكثر ضررًا بالبيئة ضمن المواد الخطرة، فإنّ هذا سيزيد من قدرة المؤسسات التي تُعنى بشؤون البيئة على إعادة إحياء المَواطِن المتضررة؛ والحدّ من تراكم المزيد من مُخلّفات البلاستيك الخطِرة.

وفي نهاية المطاف، ستقودنا هذه الخطوة إلى تعزيز الأبحاث المُتعلِقّة بالبوليمرات الجديدة، واستبدال المواد الضارّة بأخرى أكثر أمانًا.

من المُحال في هذا العصر أن نمشي في الأرياف، أو على الشواطئ، دون أن نواجه قطع البلاستيك المتناثرة هنا وهناك. وتؤدي قطع البلاستيك الكبيرة ـ كالقوارير، والأكياس، والألواح العائمة ـ إلى انتقال أنواعِ من الكائنات الحية إلى مَواطن جديدِة، قد تُلحِق الأذى فيها. إنّ مثل هذه المخلّفات قد تقتل أو تؤذي أنواعًا من الكائنات الحيّة ذات الأهميّة الاقتصاديّة والبيئية، كحيوان بلح البحر، وأعشاب المستنقعات المالحة والمرجان[1،2]. وقد يلحق الأذى أيضًا بالثدييات والزواحف والطيور عند تناولها البلاستيك، أو عندما تعلق به. وفي العام الماضي، سجلّت الاتفاقيّة المتعلّقة بالتنوّع البيئي في مونتريال بكندا أنّ جميع أنواع سلاحف البحر، و45% من الثدييات البحريّة، و21% من أنواع الطيور البحريّة قد تتأذى بهذه الطريقة.

الخطر المُحدِق بالصحّة

عند تحطُّم البلاستيك إلى قطعٍ صغيرةٍ، تزداد فرصة تسلّلِه إلى السلاسل الغذائية[2]. وقد أظهرت الدراسات المخبريّة والميدانيّة أنّ السَّمَك واللافقاريات وعديدًا من الأحياء الدقيقة تقوم بهضم جسيمات صغيرة من البلاستيك، يبلغ حجمها بِضعًا من الميكرومترات[2]، مصدرها الملابس ذات القماش الصناعيّ (كالبوليستر، والأكريلك)[6]، وموادّ التنظيف التي تحتوي على البلاستيك. ونحن بحاجةٍ إلى المزيد من الدراسات التي تهتمّ بالبحث عن ماهيّة التأثير الذي تتركه الكائنات الهاضمة للمخلّفات البلاستيكية في الطبيعة، غير أنّ الدراسات التي أُجرِيَت على الإنسان[7] وبلح البحر[2] أظهرت أنّ قطع البلاستيك المجهريّة التي يتمّ استنشاقها أو هضمها تدخل إلى خلايا وأنسجة الجسم؛ وقد تتسبّب في الأذى لها. «وقد تسبب جزيئات البلاستيك الناجمة عن زراعة المفاصل البلاستيكية للمرضى ـ الذين استُبدِل لديهم مِفصل الركبة أو مفصل الورك بآخر بلاستيكي ـ تعطيلًا أو خللًا في العمليات الخلويّة، وفي تفكك أنسجة الجسم».

يتكوّن البلاستيك من وحدات بنائية صغيرةٍ تسمى بالمونومرات، ترتبط معًا؛ لتكوِّن سلاسل طويلة، أو ما يسمى بالبوليمرات. وقد كان يُعتقد أنّ هذه السلاسل خاملة كيميائيًّا، لكن يبقى البلاستيك يحمل بين ثنياته مونومرات غير متفاعلة، ومواد أخرى ضارة[3،4]. وبحسب ما جاء في نموذج تصنيف المخاطر، التابع للنظام المنسّق عالميًّا لتصنيف المواد الكيميائية ووَسْمها، فإنّ أكثرمن 50% من البلاستيك يُصَنّف ضمن المواد الخطرة[3]. وعلى سبيل المثال.. أظهرت الدراسات التي أُجريت على البولي فينيل كلوريد polyvinylchloride (PVC) ـ المستخدم في التجهيزات الطبيّة المخصصّة للاستخدام البشري ـ أنّ هذه الكيماويات تتراكم في الدم[8].

«يجب على أكبر منتجي المخلّفات البلاستيكية التصرُّف فورًا الآن»

وظَهَرَ في الفحوص المخبريّة أنّ مونومرات البولي فينيل كلوريد ومواد أخرى تدخل في تركيبه ـ كالبوليسترين، والبولي يوريثان، والبولي كربونات ـ قد تكون مواد تتسبب في حدوث مرض السرطان، وقد تؤثر في الكائنات الحية بالطريقة نفسها التي يؤثر بها هرمون الإستروجين[3،4،9].

ويُعتَقد أن بعض المونومرات التي تَكوّن البلاستيك ـ كالبولي إيثيلين (الذي يدخل في صناعة أكياس النايلون) ـ غير مؤذيةٍ للبيئة، لكنها تظلّ سامّةً بسبب امتصاصها ◀



DIMITAR DILKOFF/AFP/GETTY

متطوِّعون في مجال التنظيف يَعْبُرون حوضًا مائيًّا بُلْغاريًّا ممتلئًا بالمخلفات البلاستيكية.

◀ لملوثات أخرى[4,5]، كالمبيدات الحشريّة، والملوثات العضويّة، مثل مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور، التي نجدها باستمرار على المخلّفات البلاستيكية وبتركيزات عالية مؤذية بمئة مرة من تلك التي نجدها في الرواسب، ومؤذية بأكثر من مليون مرةٍ من تلك التي تحدث في مياه البحار[4].

تُعتبَر ملوثات عديدة «ملوثات ذات أولويّة»، أي أنها كيماويات يتم ضبطها وتنظيمها من قِبَل مؤسسات حكومية، من ضمنها منظمة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، وذلك بسبب سُمِّيَّتها، أو استدامتِها في أجسام الكائنات الحية والشبكات الغذائيّة. وهذه الكيماويات قد تعطّل مسار عددٍ من العمليات الفسيولوجية الرئيسة في الكائنات، كانقسام الخلايا، والمناعة؛ الأمر الذي يؤدي إلى إصابتها بالأمراض، أو حتى تقليل فرصة نجاة الكائن الحي من مفترسيه، وخَفْض قدرته على التكاثر.

وفي تحليلاتٍ (لم يتم نشر نتائجها)، وجدنا أن 78% ـ على الأقل ـ من الملوثات ذات الأولويّة المُدْرَجَة في قائمة منظمة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، و61% من تلك المُدْرَجَة في لائحة الاتحاد الأوروبي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالمخلّفات البلاستيكية. بعضها يدخل في تكوين البلاستيك، والبعض الآخر يتمّ امتصاصه في البيئة. وتشير الأدلّة الأوليّة إلى أنّ الملوثات ذات الأولويّة قد تخترق أنسجة أنواع عديدة من الكائنات الحيّة بعد تناولها المخلّفات البلاستيكيّة[4,10]. كما وُجِدَ أنّ الطيور البحرية التي استهلكت المخلّفات البلاستيكيّة ضمن غذائها تحمل في أنسجتها مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور بتركيزات عالية تبلغ 300%، بالمقارنة بنظيراتها من الطيور البحرية التي لم تتناول البلاستيك[4].

لعبة التغيير

على مدى عقودٍ عديدةٍ، حاولت الحكومات جاهدةً خفض كميّة المخلّفات البلاستيكيّة. وعلى الرغم من توقيع اتفاقية الحد من الملوثّات الناجمة عن السفن MARPOL في عام 1973، إلاّ أنّه لم يتمّ الشروع في فرض محظورات على التخلّص من البلاستيك في مياه البحار حتى عام 1988. وبالرغم من موافقة 134 دولة على الحَدّ مِنْ رَمْي المخلّفات البلاستيكية في مياه البحر، إلا أنّ العينات المأخوذة من مياه المحيطات تُظهِر أنّ الأمور تزداد سوءًا منذ إبرام اتفاقية الحَدّ من الملوثات الناجمة عن السفن. ففي شمال المحيط الهادئ يزداد تركيز المخلّفات البلاستيكية المجهرية بمقدارين أُسِّيَّيْن. وكما نعلم حتى هذه اللحظة، ليس هناك أي محاولةٍ لتنظيم التخلّص من البلاستيك فوق اليابسة على الصعيد الدوليّ.

عالم البلاستيك

إنّ كمية البلاستيك التي تلوث كوكب الأرض في ازديادٍ مستمر.

البلاستيك المنتج في عام 2012
0.28
بليون طن

سيبلغ إجمالي البلاستيك المنتج (بناءً على المعطيات الموجودة حاليًا) بحلول عام 2050
33
بليون طن

إننا نستشعر ـ بقلق بالغ ـ حجم الخطر الماديّ الكبير المحيط بالمخلّفات البلاستيكية. وتبدو جميع الاقتراحات المطروحة ـ فيما يتعلّق بالمخاطر الكيماوية ـ مُقلِقةً للغاية. ولذلك.. يجب على أكبر منتجي المخلّفات البلاستيكية، كالولايات المتحدّة، وأوروبا، والصين، التصرّف بشكل عاجل الآن حِيَال ذلك. ويجب على هذه الدول الموافقة على تصنيف البلاستيك الضار ضمن المواد الخطرة، التي تتضمن أنواعًا من البلاستيك الذي لا يمكن استخدامه مرةً أخرى، أو إعادة تدويره، بسبب افتقاره إلى المتانة، أو احتوائه على مزيجٍ من المواد التي يصعب فصلها.

الخطوة الأولى ـ والأكثر واقعية ـ في هذا السياق هي التركيز على المواد المعضِلة، التي تزيد من تفاقم المشكلة، وهي أربع مواد حتى الآن: البولي فينيل كلوريد، والبوليسترين، والبولي يوريثان، والبولي كربونات[3,4]، التي تحتلّ نسبة 30% من مجموع الإنتاج. وهذه المواد تحديدًا تصعُب إعادة تدويرها، وتحتوي على مواد سامة.. إذ يُستخدم البولي فينيل كلوريد في البناء، كما في الأنابيب المخصصة لنقل مياه الشرب، ويستخدم البوليسترين في العبوات المخصَّصة للمواد الغذائية، ويدخل البولي يوريثان في صناعة الأثاث، أمّا البولي كربونات، فتُستخدم في صناعة الإلكترونيات. وقد تمّ استبدال المواد التي يدخل فيها البولي فينيل كلوريد بمواد أكثر أمانًا ومتانةً وقابليةً للتدوير، كالبولي بروبلين، والألومنيوم في كل من قطاعي الرعاية الصحيّة، والتكنولوجيا، كالأكياس

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المستخدمة لحقن السوائل في الوريد، والمستخدَمَة في أجهزة الحاسوب.

إنّ التغيير الذي قد يحصل لتصنيف البلاستيك سيرافقه تنظيف عديد من المَوَاطن البيئية المتضررة، بموجب قوانين وتشريعات وطنية، وبدعمٍ مالي حكومي. ففي الولايات المتحدّة ـ على سبيل المثال ـ نجد أنّ اتفاقية الاستجابة البيئية شاملة التعويض وقانون المسؤولية لعام 1980 يخوّلان مؤسسة حماية البيئة الأمريكية مهام إزالة الكميات الكبيرة من البلاستيك الموجودة في البراري، والمياه العذبة، والمَوَاطن البحرية، تحت إشراف سلطة القضاء.

التفاعل المتسلسل

يُظْهِر التاريخ فاعليةَ هذا النهج.. فعند تصنيف مركبات الكلوروفلوروكربون والملوثات العضوية المستمرة ضمن الملوثات الخطرة ـ حسب بروتوكول مونتريال في عام 1989، واتفاقية استوكهولم المُبْرَمَة في عام 2004 على التوالي ـ أدّى ذلك في كلتا الحالتين إلى توقّف 200 دولة عن إنتاج 30 مجموعة من المواد الخطرة، واستبدال مواد آمِنة بها. وبالنسبة إلى مركبات الفلوروكلوروكربون، فقد تمّ توقّف إنتاجها على مدار سبعة أعوام.

إنّ انتقاداتنا تُوَاجَه بالرد بأنّه ليس هناك أيّ دليل قاطع يجزم بوقوع أضرار كارثية بالصحة والبيئة، ومن الصعب المساواة بين البلاستيك، ومركبات الكلوروفلوروكربون، والمركبات الأخرى السامّة.

والغريب أننا لا نتفق على ذلك.. فنحن مقتنعون تمامًا بأنّ على مصنِّعي البلاستيك ومنتجي الصناعات الغذائية وصناعات النسيج ـ التي تعتمد بشكل كبير على البلاستيك ـ البرهنة على أنّ إنتاجهم آمِنٌ، وأنّ التغليف المستخدَم في تلك العملية آمِنٌ كذلك. وهذه المتطلبّات يتمّ تطبيقها بشكل روتيني على الصناعات الغذائية والدوائية بتوجيهات من منظمات عديدة، كإدارة الدواء والغذاء الأمريكيّة، ووكالة الأدوية الأوروبية.

وفي نهاية المطاف.. فإنّ التغييرات المنشودة في القوانين تحتاج إلى قيادة تطوير نظام (حلقة مغلقة)؛ يجعل جميع البلاستيك مُستخدَمًا وقابلًا للتدوير. وفي الوقت الحالي، تتوجه معظم مخلّفات البلاستيك نحو مكبّات النفايات، التي تتسرّب منها المواد الكيميائية إلى المَوَاطن البيئية المحيطة[4]. وقد ازدادت عملية إعادة تدوير البلاستيك عالميًّا. فعلى سبيل المثال.. منذ عام 2005، وحتى عام 2010 ازدادت عمليات إعادة تدوير البلاستيك في الولايات المتحدة، والمملكة المتحدة، بما نسبته 4%، و9% على التوالي. وما زالت الجهود القائمة لتقليل وإعادة استخدام وإعادة تدوير البلاستيك تسبب متاعب كثيرة.. فإعادة التدويرتحتاج أحيانًا إلى حرق البلاستيك، وإعادة استخدام الطاقة الناجمة عن مصادر أخرى، لكنّ عمليّة الحرق ـ في حد ذاتها ـ ينتج عنها عدد من الملوثات ذات الأولويّة، وغازات الاحتباس الحراري. أمّا في نظام (الحلقة المغلقة)، فيتم استخدام البلاستيك باستمرار، ولا يتمّ تزويده مرة أخرى حتى يُستهلَك بشكل كبير بالمثل، كما حدث عند إعادة استخدام الزجاج في مجال صناعة الألبان بالمملكة المتحدّة في أواخر القرن التاسع عشر، وحتى منتصف القرن العشرين.

ويعتقد كثيرون أن استبدال البلاستيك بعدد من المواد ـ كالزجاج، والخشب ـ يجعل البضائع أخفّ، ويساعد في مواجهة تقلبّات المناخ. ومع ذلك.. يتوجّب علينا موازنة الإيجابيات والآثارالسلبية الناجمة عن البلاستيك، بحيث يقتصر استخدامه عند احتوائه على كميّة أقل من الكربون،



إنّ حياة كائنات بريّة عديدة ـ كطائر اللقلق ـ معرضة لأنْ تصبح سجينةً داخل أحد أكياس البلاستيك الملقاة.

واحتوائه على بصمات بيئية أكثر من البدائل. والبعض يقول جدلًا ـ حيال الأزمة الاقتصادية الراهنة ـ إنّ الدول قد تحمّل أعباء إضافيةً في سبيل تنظيم قطاع الصناعة. وفي الولايات المتحدة الأمريكية وحدها يبلغ تنظيم قطاع الصناعة فيها تريليون دولار أمريكي، ويعمل فيه قرابة 1.1 مليون عامل. ولا يزال التعامل مع المخلّفات البلاستيكية ـ حتى هذه اللحظة ـ مكلفًا للغاية، فإزالة الأوساخ ـ التي معظمها من البلاستيك ـ عن الشواطئ الغربية للولايات المتحدة يكلّف مسدِّدي الضرائب قرابة 520 مليون دولار سنويًّا. ويسهم إنتاج المواد الآمنة في تحفيز الابتكار، وتعزيز إيجاد فرص عمل جديدة في البحث والتطوير. وفي الحقيقة، أظهَرَ مصنِّعو البلاستيك في غضون الأعوام الثلاثة الماضية ـ أو قبل ذلك ـ الحاجة إلى استخدام أنظمة (الحلقة المغلقة)، وذلك تحت ضغط (أعضاء مجموعة الضغط ذات التاثير على قرارات البرلمان)، وربما بسبب إدراكهم بأن هذه الممارسات غير مستدامة.

هذا.. وإذا ازدادت معدلات استهلاك المواد البلاستيكية؛ فإنّ كوكب الأرض سيحمل المزيد من المخلفات البلاستيكية التي قد تبلغ كتلتها 33 بليون طن حتى عام 2050. وهذه الكمية تملأ 2.75 بليون شاحنة لجمع القمامة، وربما تغطي سطح الأرض 800 مرة، إذا وُضِعت نهاية كل منها إلى نهاية الأخرى. إننا نقدِّر الكميّة التي يمكن تقليلها بأربعة بلايين طنٍ فقط، إذا تمّ تصنيف معظم البلاستيك الملوّث للبيئة ـ بأسرع وقت ـ في قائمة المواد الخطرة، وتمّ استبدال موادّ أكثر أمانًا وقابليةً للاستخدام به، وذلك في غضون العقد القادم. ■

تشيلسي م. روشمان من كلية الطب البيطري في جامعة كاليفورنيا، ديفيز، الولايات المتحدّة الأمريكيّة. **مارك أنتوني براون** من المركز الوطني للتحليل البيئي، سانتا باربارا، كاليفورنيا، الولايات المتحدّة الأمريكية.

بنيامين س.هالبيرن، وبريان ت.هينتشيل، وإيونها هو، وهريسّي ك. وكاراباناجيوتي، ولورينا م. وريوس ميندوزا، وهايدشيج تاكادا، وسوي تيه، وريتشارد سي. تومسون.

البريد الإلكتروني:cmrochman@ucdavis.edu
browne@nceas.ucsb.edu

1. Uhrin, A. V. & Schellinger, J. *Mar. Pollut. Bull.* **62,** 2605–2610 (2011).
2. Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M. & Thompson, R. C. *Environ. Sci. Technol.* **42,** 5026–5031 (2008).
3. Lithner, D., Larsson, A. & Dave, G. *Sci. Total. Environ.* **409,** 3309–3324 (2011).
4. Teuten, E. L. *et al. Phil. Trans. R. Soc. B* **364,** 2027–2045 (2009).
5. Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T. & Kaye, S. *Environ. Sci. Technol.* http://dx.doi.org/10.1021/es303700s (2012).
6. Browne, M. A. *et al. Environ. Sci. Technol.* **45,** 9175–9179 (2011).
7. Pauly, J. L. *et al. Cancer Epidem. Biomarkers Prev.* **7,** 419–428 (1998).
8. Mettang, T. *et al. Nephrol. Dial. Transpl.* **11,** 2439–2443 (1996).
9. vom Saal, F. S. & Hughes, C. *Environ. Health Perspect.* **113,** 926–933 (2005).
10. Gaylor, M. O., Harvey, E. & Hale, R. C. *Chemosphere* **86,** 500–505 (2012).

للمزيد حول هذا الموضوع، انظر الرابط:
go.nature.com/p8sgip.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العبقرية العلمية تنقرض

يخشى **دين كيث سايمونتون** أن يصبح الإبداع المدهش في العلوم الطبيعية شيئًا من الماضي، حيث تقتصر براعة الباحثين والعلماء الآن على التعامل مع المعرفة، بدلًا من إنشاء علوم جديدة.

يكرِّس كثيرٌ من العلماء حياتهم المهنية لدراسة الظواهر التي يفترضون أنها لن تختفي فجأة، دون أي مقدمات. ولأن أشكال الحياة دائمًا تمر بتغييرات مستمرة مع تعاقب الأجيال، يجد علماء الأحياء ـ الذين تخصصوا في دراسة التطور والارتقاء النوعي ـ دائمًا ما يدرسونه. أمّا الظاهرة التي أتناولها هنا، فربما لم يعد لها وجود بالفعل.

لقد كرستُ أكثر من ثلاثة عقود من حياتي لدراسة العبقرية العلمية، أعلى مستوى من الإبداع العلمي[1]. ويمكنني القول بأن العالِم المبدع هو الذي يقدم الأفكار الأصيلة والمفيدة، أما العالم العبقري، فهو الذي يقدم الأفكار الأصيلة والمفيدة والمدهشة في آن واحد. إنّ القفزات العلمية الكبيرة ـ مثل النظريات، أو الاكتشافات، أو الابتكارات ـ ليست مجرد نواتج عن خبرة راسخة بالفعل في مجال معين، لأن العالِم العبقري يقدم خبرة جديدة تمامًا.

لقد حققت نظرية ألبرت أينشتاين النسبية الخاصة هذه الشروط الثلاثة للأفكار، وأدت إلى إعادة كتابة المناهج التعليمية الأساسية. فقد أطاح أينشتاين بمفهوم نيوتن عن الفضاء والزمن المطلق، وكشف عن علاقة جديدة تمامًا بين المادة والطاقة، جسَّدها في معادلته الشهيرة: $E=mc^2$.

وأسهمَ العلماء العباقرة بنصيب وافر في تطور العلم من ناحيتين، الأولى: أنهم أسسوا علومًا جديدة، مثل جاليليو، الذي كان له الفضل في نشأة علم الفلك التليسكوبي. والثانية: أن هؤلاء العلماء العباقرة أحدثوا زلزالًا في المعارف العلمية الحالية، مثل تشارلز داروين، الذي قال إن الكائنات الحية تتطور بقانون الانتخاب الطبيعي، في وقت كان فيه علماء الأحياء يؤمنون بأن أشكال الحياة ثابتة منذ لحظة الخلق، كما ورد في الإنجيل.

ومن وجهة نظري، يفتقر العلماء المعاصرون إلى العبقرية التي تؤهلهم لإنشاء العلوم الجديدة، أو الثورة على العلوم الحالية.. فنظرياتنا وأدواتنا تستطيع الآن رصد الثواني الأولى من عمر الكون، بل والوصول إلى أبعد مدى في المجرات والفضاء، ويمكننا الآن أنْ نفحص أدقّ أشكال الحياة، وأقصر الجزيئات دون الذرات عمرًا. ومن الصعب تصوُّر أن العلماء قد أغفلوا بعض الظواهر الجديرة بعلم خاص بها، مثل الفلك والفيزياء، والفلك والأحياء، فعلى مدار قرن كامل، كان أيّ علم جديد عبارة عن مزيج من هذه العلوم، مثل الفيزياء الفلكية، والكيمياء الأحيائية، والأحياء الفلكي. وستعتمد الاكتشافات العلمية المستقبلية على الأرجح على ما هو معروف بالفعل، بدلًا من تغيير قواعد العلوم وأسسها. وجدير بالذكر أن أكبر الإنجازات العلمية الحديثة هو اكتشاف جزيء بوزون هيجز Higgs boson، الذي تنبأ العلماء بوجوده منذ عدة عقود.

لقد ولَّتْ تلك الأيام التي كان فيها طالب الدكتوراة يؤلف وحده أربعة أبحاث علمية مبتكرة، بينما يعمل باحثًا مساعدًا بدوام كامل في مكتب براءات الاختراع، مثلما فعل أينشتاين في عام 1905. وقد أصبحت العلوم الطبيعية من التشعب والاتساع، مثلما غدت قواعدها المعرفية من التعقيد والتخصص؛ ما جعل الكثير من الاكتشافات المتقدمة في هذه الأيام تنبع من رحم فرق الباحثين الكبيرة التي تحظى بتمويل ممتاز، وتضم الكثير من المساهمين الذين يتعاونون معًا، من خلال روح العمل الجماعي.



PETE ELLIS/DRAWGOOD.COM

أبطال العلوم

ويجدر بي الآن توضيح ثلاثة أمور، أولها: أنني لا أقول إن التقدم العلمي سيتوقف، بل على النقيض من ذلك.. فلديَّ اقتناع بأن المشروع العلمي سيغدو (أسرع، وأكبر، وأقوى)، وسيستمر تحديث المراجع الدراسية. وفي أسوأ الأحوال، توشك بعض العلوم على الاقتراب من حد غير معين من الدقة والفهم، كما يحدث في عديد من الرياضات التنافسية. فإذا كان الرياضيون يفوزون بميدالية ذهبية أوليمبية من خلال التغلب على الرقم القياسي بجزء من الثانية، يستطيع العلماء أيضًا الفوز بجوائز نوبل في العلوم، لأنهم أسهموا في تحسين تفسيرات ودلالات النظريات، أو دقة القياسات. ويمكن وصف الفائزين بجائزة نوبل بأنهم «أبطال العلوم».

ثانيها: لا أزعم أيضًا أن العلم يفقد (رصانته)، أو (عمقه المعهود)، أو أن الباحثين الرئيسيين أقل ذكاءً من نيكولاوس كوبرنيكس، أو رينيه ديكارت، أو إسحاق نيوتن، أو ماري كوري، أو لويس باستير. إن العلماء المعاصرين يتمتعون بمعدلات ذكاء عالية[2]، وإذا جاز القول.. يحتاج العلماء المعاصرون إلى الكثير من الذكاء؛ ليصبحوا طرازًا رفيعًا من الباحثين، أكثر مما يحتاجون إلى أنْ يصبحوا عباقرة في عصر بطولات الثورة العلمية خلال القرنين السادس عشر، والسابع عشر، نظرًا إلى المعلومات والخبرات الكبيرة التي يجب على الباحثين الآن اكتسابها؛ حتى يصبحوا مؤهلين. ومن الصعب معرفة ما إذا كان كلٌّ من بيير سيمون لابلاس، أو جيمس كليرك ماكسويل ذكيًّا بما يكفي لإتقان الرياضيات الصعبة التي تتطلبها دراسة نظرية الأوتار الفائقة.

وثالثها: أرجو ألّا يؤخذ كلامي على أنه يؤكد على أن العلماء البارعين لم يعد بوسعهم طرح أنماط جديدة، أو حتى تأسيس علوم مبدعة. كل ما أردتُ أنْ أقوله هو أن هذه الإبداعات تبدو أقل شهرة، أو أضعف تأثيرًا. يقول توماس كون في تحليله الكلاسيكي للثورات العلمية إن فروع علوم الفيزياء والأحياء لا ينبغي أن تشهد تحولاً جذريًّا، ما لم تكن هذه العلوم نفسها تمر بأزمة، سببها تراكم النتائج الخطيرة التي تستعصي على الشرح والتفسير[3]. وعلى سبيل المثال.. أنهت نظريةُ النسبية الخاصة الجمودَ الذي سببته ـ ضمن أشياء أخرى ـ تجربةُ عام 1887، التي قام بها عالِما الفيزياء الأمريكيَّان ألبرت مايكلسون، وإدوارد مورلي؛ وفشلت في اكتشاف «الأثير» الكوني، الذي يُفتَرَض فيه أنه يساعد في نشر الموجات الكهرومغناطيسية.

وأغلبية فروع العلوم الطبيعية ـ إنْ لم تكن كلها ـ لا تبدو قريبة من حالة الأزمة هذه.. فلم يتراكم بالفروع الأساسية الكثير من الانحرافات التي تتحول إلى خيوط متناثرة، تحتاج إلى تنظيمها بصورة أو بأخرى. ومن الاستثناءات.. الفيزياء النظرية، التي ما زالت تعجز حتى الآن عند دمج النسبية مع القوى الثلاث الأخرى للطبيعة. وبالطبع أتمنى أن يكون افتراضي غير صحيح، فكم أكره فكرة أنّ العبقرية في العلوم توشك على الانقراض والتلاشي، وأنّ تخصصي البحثي أصبح خارج السياق. وكل ما يحتاجه الأمر لإثبات عدم صحة افتراضي هو ظهور عبقرية علمية جديدة واحدة فقط. ■

دين كيث سايمونتون أستاذ علم النفس بجامعة كاليفورنيا بديفيس، كاليفورنيا 95616، الولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: dksimonton@ucdavis.edu

1. Simonton, D. K. *Scientific Genius: A Psychology of Science* (Cambridge Univ. Press, 1988).
2. Simonton, D. K. *Creativity in Science: Chance, Logic, Genius, and Zeitgeist* (Cambridge Univ. Press, 2004).
3. Kuhn, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions* (Univ. Chicago Press, 1996).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



W. A. LUCAS/R. GEOG. SOC.

مزارعون في بلانش باي، غينيا الجديدة، في تسعينات القرن التاسع عشر.

أنثروبولوجيا

قدرة الماضي

مونيك بورجيروف مالدر تقيِّم محاولةً لاكتشاف ما تختلف فيه المجتمعات الصناعية الحديثة عن البدائية.

قد لا يَسُرّ خبراءَ مجالٍ معين أن يأتي شخص من الخارج ليكتب في هذا المجال، وينشر كتابًا يشتهر بين الناس، ويصل من الشعبية ما يجعله من الكلاسيكيّات فيما بعد. وعادة ما تشير نقاط الاعتراض إلى: عدم الانتماء إلى تخصُّص بعينه (بمعنى أنّ تلك الأفكار التي تكتب فيها ليست لك)، والتحذلق (الكثير من عدم الدقة)، والغيرة (حيث تقول لنفسك: كان يجب أن أفعل ذلك بنفسي).

غامر جاريد داياموند ـ عالِم البيئة السابق، وقبل أن يصبح عالِم طيور وجغرافيًّا ـ بالخوض في مجال الأنثروبولوجيا (عِلْم الإنسان، أو عِلْم البَشَريّات) مرتين من قبل، حيث قدَّم في كتابه «بنادق وجراثيم وفولاذ» (دار نورتون، 1997) فرضِيَّةً مميزة وقوية حول سبب شدة الاختلاف في تطور أنحاء مختلفة من الكون، مستقطبًا شريحةً واسعة من القراء نحو أسئلة كبيرة في الأنثروبولوجيا، تجرَّأتْ قِلَّةٌ على طرحها. كما قدم في كتابه «انهيار» (دار فايكينج، 2005) دليلًا فضفاضًا للعوامل المرتبطة بسقوط الحضارات. ويقدم اليوم في كتاب «العالم حتى الأمس» تجارب شخصية لأجنبي من الغرب، زار مجتمعات لا تزال هامشية بالنسبة إلى العالَم الحديث، وأفكارًا نادرًا ما يكشف عنها الأنثروبولوجيُّون.

يعتمد داياموند ـ كما يشرح تمهيد الكتاب ـ على زيارات ـ يفوق عمرها الزمني خمسين عامًا ـ إلى غينيا الجديدة البعيدة ـ خلال عمله الميداني في مجال الطيور ـ للتأمل في «كيفية عيش جميع أسلافنا عشرات الآلاف من السنين، وحتى الأمس، عمليًّا». إنه يهدف إلى معرفة ما يمكن تعلُّمه من مجتمعات تبحث عن الكلأ، وتعتمد على الزراعات البسيطة، التي سبقت الدول الحديثة (والقديمة في الواقع). وفي فصول عن الحروب، وتربية الأطفال، ورعاية المسنين، والصحة، يقدِّم إلينا قصصًا من غينيا الجديدة، ونماذج من نصوص إثنوغرافية حول سكان بدائيين آخرين. وتكشف النتيجة ـ التي تُقرأ في بعض المناطق ككتاب ثقافي أنثروبولوجي من السبعينات، وفي أخرى كقصة مشوقة جذّابة ـ عالمًا يقيِّد فيه البعض حرية آبائهم، بدلًا من توفير مأوى تَقَاعُد لهم، ويحلّون فيه نزاعاتهم مع الغرباء من خلال طقس احتفالي.

NATURE.COM
لمراجعة حول كتاب جاريد دايامونـد «انهيار»، انظر:
go.nature.com/8ug879

هدف داياموند الأساسي هو تحديد مَنْ مِنّا يفعل ذلك بشكل أفضل: «نحن»، أم «هم»، سواء في مجال حل النزاعات، أم تربية الأطفال، أم طريقة توفير الطعام. وهو ينظر فيما يمكننا تعلُّمه منهم، مسلطًا الضوء على قضايا متعددة، منها: النوم قرب الأطفال، وتعدد اللغات، والعدالة التصالحية، والحياة الكريمة للمسنين من دون سن تقاعد.

سوف يعترض كثير من الأنثروبولوجيين ـ من دون شك ـ على هذا التأطير «نحن مقابل الآخرين»، رغم أنه محفِّز فكري بالنسبة للقراء. ولا يمكن تقسيم التنوع الإنساني في التنظيم المجتمعي ما بين مجتمع بدائي، مقابل آخر حديث. يشير دايامونـد إلى ذلك في مقدمة كتابه، لكنه يختار لاحقًا تجاهله. وبدلًا من ذلك.. يقارن المجتمعات الباحثة عن الكلأ، والمجتمعات الزراعية التقليدية في أفريقيا، وأمريكا الجنوبية، وغينيا الجديدة بمجتمعات نموذجية من دول صناعية حديثة، لا سيما الولايات المتحدة، لكنه لا يتطرق إلى السؤال المحيّر حول كيفية توزيع السلطة والمواقع والموارد على الأفراد في المجتمعات المختلفة الموجودة في التاريخ الإنساني، أو إلى تداعيات هذا التوزيع على رفاهية البشر.

تتناول فصول لاحقة من الكتاب الخطر واللغة والدين والصحة بأسلوب جدلي استخدمه دايامونـد في كتاب «بنادق وجراثيم وفولاذ»، وهو الاعتماد على التفسيرات التطورية والبيئية.

أثناء الحديث عن الخطر، يخبرنا دايامونـد بقصة رائعة عن حطام قاربه عند الغسق في الأرخبيل الإندونيسي. وقد قدمت له هذه المحنة مفهوم «البارانويا البنّاءة» كحالة من اليقظة تجاه المخاطر، يُعتقد أنها صفة تكيّفية عند سكان القبائل البدائية الذين يعيشون في بيئات خطرة. وبالنسبة إلى اللغة، يتبع دايامونـد آخرين في القول بأن التنوع اللغوي يعتمد على الإنتاجية الأولية الصافية، والموسمية المنخفضة، والتحرك السكاني المنخفض. وبمعنى آخر.. تتنوع اللغات حين يتوفر طعام كثير على مدار العام، وتكون المستوطنات البشرية غير مرغمة على الانتقال. وفي صلب الفصول الأولى، يروِّج للتنوع اللغوي، كشيء ◄

العالم حتى الأمس: ماذا يمكننا تعلُّمه من المجتمعات البدائية؟
جاريد دايامونـد
فايكينج: 2012. 512 صفحة. 36 $

◀ يستحق الكفاح من أجله، معددًا الفوائد المعرفية المرتبطة بمعرفة لغتين.
في مرحلة متأخرة من الكتاب، يظهر التطور بالانتخاب الطبيعي عبر نقاش متوازن للوظائف المتعددة للدين، وكيف تتغير أهميتها مع الوقت، حيث تراجعت التفسيرات الخارقة للأحداث غير المتوقعة مع صعود الفكر العلمي، بينما أصبحت وظيفته في توفير الراحة والأمل والمغزى أكثر بروزًا مع الوقت، ومع تزايد عدم المساواة بين المواطنين. تعتمد مادة الكتاب على عمل أكاديميين آخرين، لكن المثير للاهتمام هو أن داياموند يرجح أن يكون المواطنون الأمريكيون أكثر تدينًا من أولئك المواطنين الذين يعيشون في البلدان الصناعية الأخرى، بسبب ارتفاع مستويات عدم المساواة الاقتصادية في بلدانهم (إذ يساعد الدين على تبرير الرغد لمَنْ بالقِمَّة، وتخفيف المحنة لمَنْ بالقاع).

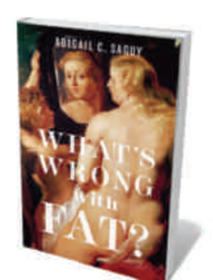
وفي النهاية، يلخص دايامond في فصلٍ عن الصحة النقاشات حول «أمراض الحضارة»، فالدهون والأملاح التي نستهلكها لا تناسب الفسيولوجيات المصممة في الأساس للبحث عن الكلأ، وتسبب أزمات ارتفاع ضغط الدم والسكري التي نراها لدى السكان الذين ينتقلون إلى أنماط حياة حديثة. وفيما يتعلق بفرضية «جين الاقتصاد» لجيمس نيل، يعزو دايامond شيوع السكري من النوع الثاني تحديدًا في أوساط الأمريكيين الأصليين من البيما، وسكان جزر نورو في المحيط الهادئ، نتيجة المجاعات الكارثية الحديثة في أوساط تلك المجتمعات، التي ربما تكون قد أسهمت في بقاء الأفراد الذين استطاعوا تحويل السكريات إلى دهون بفاعلية. وقد أشار كذلك أنه ربما يكون الأوروبيون قد مرّوا ـ بدءًا من القرن الخامس عشر ـ بشكل تدريجي لم يُكشف على نطاق واسع لأزمة داء السكري، وذلك في ظل ازدياد الأمن الغذائي المصاحب لتطور أنظمة التوزيع، وقد اعتبر يوهان سباستيان باخ ضحية محتملة، كمثال على ذلك.

إن دايامond يملك أسلوبًا تفاعليًّا، وقد ملأ الكتاب بقصص مخيفة وتفاصيل ممتعة من أدغال غينيا الجديدة إلى مراكز التسوق في لوس أنجيليس في كاليفورنيا، منبهًا إيَّانا إلى وقائع قاتمة في العالم الصناعي. على سبيل المثال.. يحتوي طبق المكرونة المقليّة في لوس أنجيليس على ما يعادل ما يتناوله شخص من قبيلة يانومامي الهندية من الملح لمدة عام. ويُحيِي الكتاب الأنثروبولوجيا بالنسبة إلى الذين لم ينعموا أبدًا بزيارة مجتمعات شديدة الاختلاف عن مجتمعاتهم، أو بالقراءة المتعمقة حولها. وقد يكون الكتاب متعِبًا، أو حتى مزعجًا للذين عملوا في مناطق نائية من العالم.. فهو متعب لأنه طويل، وبُنِيَ على إثنوغرافيات معروفة، ومزعج بسبب محدودية مقياس المقارنة «نحن مقابل الآخرين».

وقد سبق لدايامond أن وصف كتاباته حول ثقافات غينيا الجديدة بأنها لون من الصحافة. ربما هكذا يجب أن نقرأ كتاب «العالم حتى الأمس» كتجربة شخصية جدًّا في فضائل الحضارة الصناعية الحديثة ورذائلها. ■

مونيك بورغيروف مالدر هي عالمة بيئة في السلوك الإنساني في جامعة كاليفورنيا، ديفيس، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: mborgerhoffmulder@ucdavis.edu

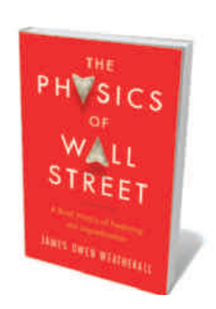
ملخصات كتب



ما الضرر من السِّمْنة؟

أبيجيل س. ساجاي، مطبعة جامعة أكسفورد، 272 صفحة، 29.95 $، (2013)

السمنة داء عالمي. هل تُعَدّ كذلك حقًّا؟ تحاول عالِمة الاجتماع أبيجيل س. ساجاي أن تدلي بدلوها في دراسة عن السمنة، تسعى للدفع بالأمر إلى حيِّز النقاش، لكنها في الوقت ذاته متعمِّقة ومستفيضة. ومن خلال دراسة الوزن عبر وجهات نظر عديدة ـ من وجهة النظر الأخلاقية إلى العلمية ـ تتعقب ساجاي كيف تغلغل تصنيف السمنة في المجتمع كمرض، أو كمؤشر على انحرافات أخلاقية في المجتمع. وترجح أن توصيات الصحة العامة يتم إصدارها على الرغم من الجدل العلمي حول الحالة، وأنه غالبًا ما يتم تجاهل عوامل مؤثرة في السمنة، مثل الفقر. وفي النهاية تؤكد على أن وصم هذه الحالة يعمل على ترسيخها أكثر.



فيـزياء وول ستريـت: تاريخ مـوجـز عن توقُّع ما لا يـمكـن توقعه

جيمس أوين ويزرال، الناشر: هوتون ميفلين هاركورت، 304 صفحات، 27 $، (2013)

غالبًا ما يتم إلصاق مسؤولية انهيار «وول ستريت» عام 2008 بـ«محللِّيّ الأوراق المالية» وعلماء الفيزياء والرياضيات الذين اخترعوا أدوات مالية، مثل المشتقات. ويرجح الفيزيائي جيمس أوين ويزرال أن الأمر يتعلق بالاستخدام الكارثي للنماذج، أكثر من تعلقه بالنماذج نفسها. ويعزز وجهة نظره من خلال لمحة تاريخية وجيزة عن رواد العلماء الذين اضطلعوا بمهمة ترويض السوق؛ من لويس باشيليه رائد رياضيات الأسواق المالية إلى مروِّضي مواجهة المخاطر في العصر الحديث، مثل ديديه سورنيت.



ما الـذي قدمتـه لنـا الطبيـعة؟ كـيـف يـنـمو المـال حقًّـا على الأشجـار

طوني جونيبر، الناشر: بروفايل بوكس، 256 صفحة، 9.99 £، (2013)

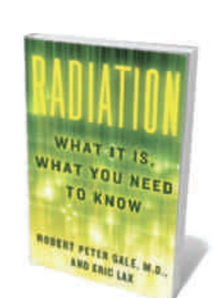
تؤدي الميكروبات إلى استعادة حيوية التربة، وتقوم الأشجار بضخ الأكسجين في الغلاف الجوي، وتعمل النسور كطاقم عمل للنظافة العامة. وكما يذكر طوني جونيبر، فبإمكان «خدمات النظم البيئية» دعم عُمْلة الاقتصادات الجديدة. ولا يعد هذا المفهوم جديدًا، ولكن جونيبر ـ وهو رئيس «أصدقاء الأرض» السابق ـ يصرِّح بأن وقته قد حان. وبينما يتدارس جونيبر المحيط الحيوي ومجموعة الخدمات الغنية المتصلة به، تشكل رؤاه حول التهديدات والحلول البيئية ـ مدعومة بنتائج قوية ـ حُجَّة عملية للعودة إلى «زراعة الأرض».



الحرارة: مغامرات في أماكن العالم النارية

بيل ستريفر ليتل، براون، 368 صفحة، 26.99 $ (2013)

قد يُعذَر عالِم الأحياء بيل ستريفر للتحول من «البرد» ـ الظهور الأول لأكثر كتبه مبيعًا ـ إلى «الحرارة»، حيث إنه يعيش في ألاسكا. تنطلق هذه الرحلة القوية والمتواصلة عبر الحرارة مع العطش، وتنتهي مع جسيمات الكوارك التي حرَّرَتها الحرارة في مصادم الأيونات الثقيلة النسبوية في مختبر بروكهافن الوطني في أبتون، نيويورك. وفيما بين هذا وذاك.. يأخذنا ستريفر إلى حرائق غابات كاليفورنيا، وأشجار البلوط التي تتغذى عليها تلك الحرائق، واكتشاف جون تيندال لغازات البيت الزجاجي، وكيمياء الطهو لهيرفي زيس، والحرق العمد، وحقول الحمم البركانية في هاواي، والقنابل الذرية، وحرق الفحم، وحتى المشي على النار، كما في بعض الطقوس الدينية. إن اللهيب يعتمل بحيوية في جميع الأنحاء.



الإشعاع: ما هو، وما تحتاج إلى معرفته

روبرت بيتر جيل، وإيريك لاكس نوف، 288 صفحة، 26.95 $ (2013)

يُقدم العالِم الطبي المخضرم للمناطق الساخنة من تشيرنوبيل إلى فوكوشيما، روبرت بيتر جيل - عالم أمراض الدم والأورام، والخبير في زرع نخاع العظم - دليلًا لأولئك الذين حيَّرهم الإشعاع. يوازن جيل مع كاتب العلوم إيريك لاكس المخاطر والمنافع للإشعاع الطبيعي والصناعي والطبي بصورة واضحة، وبطريقة منطقية من خلال علمه الغزير. إنّ خبرة جيل الهائلة هي التي تعطي هذا الكتاب الأفضلية، ومن آخرها.. ذلك الحدث الغريب في جويانيا، البرازيل، حيث كان للسيزيوم-137 المُزال من آلة مهجورة للعلاج الإشعاعي تأثير في نهاية المطاف على أكثر من 100,000 من السكان المحليين.

حتى لا ننسى
عن النمو والشكل

يحتفي **فيليب بول** بعمل كلاسيكي عن «مبادئ الرِّياضيّات التي تُشكِّل الهياكل الحيَّة، من قرون الحيوانات حتى الخلايا»

GEORGE TAYLOR/VISUALS UNLIMITED/SPL

مِثْل كتاب نيوتن «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية» *Principia*، نجد كتاب دارْسِي وِنْتوُورث طومسون ـ الذي يحمل العنوان «عن النُّمو والشَّكل» ـ من الكتب التي تُتصفَّح، لكن غالبًا دون أن تُقرأ. إن الكِتابين كبيرا الحجم، والنسخة المُنقَّحة لكتاب طومسون لعام 1942 تحوي أكثر من ألف صفحة، وفق إشعار مطبعة جامعة كمبريدج.

وكلا الكتابين مُتَفرِّدان في حِقْبَتيْهما.. فكلاهما يحتوي على أفكارٍ سابقةٍ لعصرهما، ومع ذلك.. احتفظا بجذورهما المرتبطة بالتقاليد القديمة.. فكتاب «عن النمو والشكل» ـ الذي نُشِر لأوّل مرة في عام 1917 ـ جاء بعد تأليف البيولوجيا الداروينيَّة الحديثة (neo-Darwinian) بعِقْدَين أو ثلاثة، بينما كان مُصطلح «جِيْنات» لا زال وليدا. وقد بدا حينها الكتاب قديمًا، نوعًا ما، مع صدورالنسخة الثانية منه، لكن بالرَّغم من ذلك.. ظل ملهمًا.

تتضح رؤية طومسون في العبارة المُقْتبَسة في الكتاب عن عالِم الإحْصاء كارل بيرسون (التي نُشِرَت للمرة الأولى في مجلة «نيتشر» في عام 1901): «أؤمن بقدوم اليوم الذي لن يتردد فيه عالِم الأحياء ـ دون أنْ يكون مُختصًّا في علم الرِّياضيات ـ في استخدام التحليل الرِّياضي، إذا تطلَّب الأمر ذلك». ويطرح طومسون المبادئ الرياضيَّة كأدوات مُشكِّلة قد تنسخ فكرة الانتقاء الطبيعي، مُظْهِرًا أصداءها في الطبيعة غير العضوية لهياكِل العالم الحيّ.

الطريق الذي سلكه طومسون للوصول إلى هذه الرؤية يُشبه الرجل نفسه في تَمَيُّزه. بدأت رحلة طومسون ابن الرجل الكلاسيكي من كمبريدج إلى أدنبرة لدراسة الطبّ، لكنَّه تحوَّل لدراسة علم الحيوان في كمبريدج، وهو نفسه المنحى الذي سلكه داروين. وهناك تعَيَّش طومسون من عمله في تدريس اليونانية، ثم عاد إلى اسكتلندا كمختصّ في علم الأحياء المائية في جامعة داندي، وبعدها اتَّجه إلى الجنوب، على بُعد عدة أميال جنوب شاطئ بحر الشمال، إلى جامعة سانت أندروز، حيث شغل منصب رئيس قسم التاريخ الطبيعي في الجامعة.

أظهر طومسون خيبة أمله من تعليلات الداروينيّين «هكذا هو الأمر» لتفسيرهم لعلم الشكل الظاهري، وذلك من خلال ورقة طرحها في عام 1894 في اجتماع الجمعيّة البريطانيّة. وقد ناقش فيها فكرة أنَّ الشَّكل البيولوجي قد يكون محكومًا بقوى فيزيائيَّة، وليست وراثية فحسب.

وقد تناول طومسون في كتابه «عن النمو والشكل» هذا الموضوع باستفاضة، وقال فيه: «بشكل عام، لا تحتفظ الأشكال العضويَّة ببقائها إلَّا بالتوافق مع قوانين فيزيائية ورياضيَّة». وخاض طومسون نطاقًا كبيرًا من الموضوعات؛ لبرهنة ادِّعائه هذا. نذكر منها: القوانين الرِّياضية التي ترتبط بالنُّمو، وتَحليق وتنقل الكتلة والحجم (وهذا الموضوع يشهد نهضة حاليًا)؛ وأشكال الخلايا، وأغْشِية فُقاعات الصابون؛ وأقراص العسل والتَّحاوُز الهندسي؛ والمُرجانيَّات؛ والمعادِن المُخطَّطة؛ والأصداف المُتشابكة للرخويات وللراديولاريّات (الشّعاعِيّات): وهي رتبة حيوانات بحرية وحيدة الخلية) الصغيرة الأوليّة؛ والقُرون المُتشعِّبة وغير المُتشعِّبة؛ وأشكال النبات، والبنية الدَّقيقة للعظم؛ والميكانيكيات الهيكلية؛ وتركيب الشكل الظاهري للأنواع.

تدور الفكرة المركزية للكتاب حول الحَلَزون اللوغاريتمي، الذي تظهر صورته على لافتة الاحتفاء بمسكن طومسون القديم في سانت أندروز. وكان طومسون قد رأى الحلزون اللوغاريتمي لأول مرة في المِثقَبات foraminifera (حيوانات بحرية وحيدة الخلية)، وبعدها في الأصداف البحرية، والقُرون والمَخالب، ومسارات تحليق الحشرات، وفي ترتيب أوراق بعض النباتات. وكان هذا بمثابة دليل أمام طومسون على شُموليَّة الشَّكل [الصُّورة]، واختزال ظواهر متعددة بمبادئ رياضية قليلة تحكمها.

> «كان الحَلَزون اللُوغارتمي لطومسون بمثابة دليل على شموليَّة الشَّكل»

هنا يثار تساؤل.. ما مدى التَّأثير الذي تركه كتاب «عن النمو والشكل»؟ عادةً ما ينحي المُختصون في بيولوجيا التطور لخيال طومسون واتِّساعه، مع الاحتفاظ بشكوكهم حول قيمة ما أطلعنا عليه.

كانت ردود فعل طومسون مناهضة للداروينيَّة التي واكبت عصْرَهُ، والتي ـ وِفْقًا لها، في أوّل فورات حَماستها ـ بدا أنَّه من المناسب احتساب كل صفة بذريعة التَّكَيُّف.. فكان إصرار طومسون على أنَّه لا بدّ من أنْ يكون الشَّكل البيولوجي منطقيًّا وِفق المفاهيم الهندسية بمثابة رسالة ضروريّة، لكنَّ هذه الرِّسالة لم تتصدَ لفكرة أنَّ الانتقاء الطبيعي كان بمثابة مِشْرَط بيد التطور، ولا تعدو كونها فرضت قيودًا على الأشْكال التي قد تظهر. وعندما أرْسَل طومسون مخطوطة كتابه للناشر، كتب حينها: «مع أن الكتاب يأخذ منحىً مناهضًا للداروينيّة التّقليديّة، إلّا أنّني لا أشدِّد كثيرًا على ذلك، تاركًا للقارئ استخلاص المغزى الذي يتّضح له».

اعتقد طومسون أنَّ التطور قد يجري أحيانًا بوثبة بسيطة، وليس بنقلة ضخمة - وهذه المسألة ما زالت تُناقَش بحرارة. أمّا النِّقاش حول محاولة طومسون أنْ يأتي بجديد حول الاحتمال مقابل الحتميَّة في الشَّكل البيولوجي، فلم يتم التَّطرُّق إليه بشكل كاف بعد. وهناك مختصون في علم الأحياء ما زالوا يعتقدون بأنَّ كل صفة، تقريبًا، لأي كائن حيّ لا بدَّ أنْ تكون قادرة على التَّكيُّف. وما زالت هناك مسائل غير محسومة بالنسبة لحتميّة مسار عملية التطور.

> **عن النُّمو والشَّكل**
> دارْسِي وِنْتوُورث طومسون
> مطبعة جامعة كمبريدج، 1917

هذه النُّقطة تُمثِّل سببًا للاحتفاظ بكتاب «عن النمو والشكل» ككتاب مبادئ وقواعد. وهناك سببٌ إضافيّ، يتمثَّل في الاستحسان المُعاصر للتَّنظيم الذَّاتي، كوسيلة لتطوير أشكال وأنماط معقدة، انطلاقًا من قوانين فيزيائية بسيطة، وكدليل على سبيل المثال من الحتميِّ تكوين الأسراب في الأنماط الجزيئية لدى الحيوانات، وربّما أيضًا في التَّنظيمات المُتْقنة للمجتمع الإنساني. وهنا ليس من السهل احتساب طومسون كقائد مُلْهَم، كما قد يعتقد البعض.

الكثير من المنظومات التي نظر إليها طومسون، كالعلامات المُخطَّطة التي تظهر على أجساد الحيوانات، وتشكيل شبكات الشُّقوق المُضلَّعة، تُعتبر في يومنا هذا أمثلة إيحائيَّة للتَّنظيم الذَّاتي التِّلقائي الموجود في المنظومات المُعقَّدة، إلَّا أنَّ طومسون دائمًا ما كان يذكر هذه الأمور بلمحة سريعة، إمَّا مُعترِفًا بعدم وجود تفسير حقيقي لها، أو مُفْترِضًا أنَّه قد يكون تفسيرها سهلًا. ويقول حول أنماط التَّرسُّب الكيميائي، التي تُعرف باسم «حلقات ليزيجانج» Liesegang rings: «لنقاش سبب حدوث هذه الظاهرة، سيلجأ الطالب إلى الاستعانة بكتب الكيمياء الفيزيائيّة والغرويّة». وإذا رجعنا إلى عام 1917، لرأينا أنّ الطالب (الباحث) لم يجد الكثير حول هذا الموضوع، إذ إنَّ مسائل هذا النوع من الكيمياء ما زالت قيد البحث.

إن النَّمط الذي برز منه عمل طومسون العظيم كان بعيدًا عن الاهتمام المُبكِّر بالمنظومات المُعقَّدة، كالتي أثارت اهتمام هنري بوانكاريه، وأمثاله، وكان مَدِينًا للفيزياء الحيويَّة والميكانيكا الحيَّة الخاصَّة بالمختصين في التَّشريح، كأمثال فِلْهِلم هيس، وفِلْهِلم روكس. وفي الغالِب، هذا هوَ الخيط الذي يربط طومسون بالحاضر بشكل وثيق، إذ إنَّ بيولوجيا الخلية ـ في عصرنا هذا ـ تركِّز على الكيفية التي تقوم بها ميكانيكا الخلية بتحديد مصائر وأشكال ووظائف الأنسجة. وهذا الجانب من الفيزياء الحيوية ـ الذي لم يُعطَ حقَّ قَدْرِه ـ يُراد له الآن أن يُصبِح أكثر تداخُلاً مع باقي أوجه البيولوجيا الخلويَّة، وذلك مع بدء ملاحظتنا لكيفيَّة عمل الميكانيكا الوسطية على تعديل سلوك الجين والبروتين.

الكثير من التقدير للكتاب يأتي من معجبين، أمثال بيتر مِداوار، وستيفن جاي جولْد، وينبع استحسانهم هذا من اعتبارات عامة أكثر، منها اتِّساع ثقافة طومسون، إلى جانب أسلوبه المتأنق في الكتابة. لقد كان طومسون كلاسيكيًّا، بالإضافة إلى كونه عالمًا (هناك اقتباسات لاتينية وإغريقية عديدة تظهر غير مُترجَمة في كتابه)، كما أنَّ هناك لمسة تراثية عتيقة في شخصيَّته. وفي وقتٍ كان العلم خاضعًا فيه للاختصاص ـ الذي أصبح اليوم يوفِّر شيئًا من الضَّمان ـ بيَّنَ طومسون قيمة المُفكرين الشُّموليين الذين هم على أتمِّ الاستعداد للمخاطرة بأنْ يخطِئوا في أمرٍ ما، هنا أو هناك، مُضَحِّين من ◄

أجل تقديم رؤية ملهِمة. وطومسون ـ مثل عدد من المارقين، كجيمس لَفلوك، وبنوات ماندلبورت، وجولْد وستيفِن ولفارم ـ أظهر أفكاره بانبثاق ممتد ومتدفق بقوة، وليس بتسلسل مقالات تقليدية.

إنّ مِثْل هذه الشخصيات المميزة تثير ردود أفعال قوية أحيانًا، وتثير الغضب أحيانًا، إلّا أنَّ علينا السعي لكي لا يخلو عالمنا من أمثالهم.. في عصر العلم العظيم، وإحصاء عدد الاقتباسات، وأزمات التمويل، والتصارع على تبوُّء المناصب العلمية. ■

فيليب بول كاتب من لندن.
البريد الإلكتروني: p.ball@btinternet.com

يقوم متحف طومسون لعلم الحيوانات في جامعة داندي، المملكة المتحدة، حاليًا بعرض الأعمال الأولى التي تمّ إنجازها بفضل منحة مُقدَّمة من قِبَل صندوق الفنون؛ لبناء مجموعة فنيّة من إلهام العمل الذي خلّفه طومسون. وسوف يتم نشر عدد خاص من «مراجعات علمية مُتعدِّدة الاختصاصات» عن دارْسِي طومسون وميراثه العلميّ في مارس 2013.

تاريخ العلوم

عناصر الرومانسية

يستكشف **مارك بيبلو** العصر الذهبي للكيمياء - المصطبغ بمسحة من الرومانسية - في الجمعية الملكية بلندن.

بالحديث عن الرومانسية في الأدب الإنجليزي، غالبًا ما تُستحضر صور لويليام وُوردسْوُورث وهو يخطو عبر زَخّات المطر بمقاطعة كومبريا، أو لصامويل تايلور كوليردج وهو يصيغ قصيدته «كبلا خان» *Kubla Khan* تحت تأثير حالة من الهذيان، إلا أن هذا الانفجار في الإبداع الفني كان مُركزًا في النصف الأول من القرن التاسع عشر، بالتزامن مع العصر الذهبي للاكتشاف العلمي، حيث تم التعرف على أكثر من أربعة وعشرين عنصرًا كيميائيًّا، ومن ثم أصبحت الكيمياء من أكثر العروض إثارة في المدينة. ويعلق كيث مور ـ رئيس قسم الأرشيف بالجمعية الملكية ـ قائلاً: «إنه حقًّا بزوغ فجر الكيمياء كما نفهمها».

ويُقدم المعرض الصغير ـ الذي نسقه مور تحت اسم «الكيمياء الرومانسية» ـ تعريفًا بنجوم العلم لهذا العصر، حيث تُعرض قطع أثرية لاكتشافاتهم، إلى جانب رسوم كاريكاتورية ولوحات، بالإضافة إلى سبائك من عنصر البلاديوم، تبلغ من العُمر حوالي مئتي عام، تتزاحم لشغل المساحات الشاغرة مع أحرف تصف تلك الأبحاث الرائدة على لوحة نحاسية جميلة.

كما يسترعي هذا العرض الانتباه إلى الصلة التي تربط ما بين تلك الشخصيات اللامعة، ونظائرها في العالم الفني. إنه ذلك الأثر العميق الحادث في الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا، ولا تزال أصداؤه تتردد بفضل أمثال كل من كوليردج، والكيميائي جوزيف بريستلي. وبعبارة أخرى.. فقد آن الأوان لرفع الحواجز ما بين «ثقافتين».

ويصف البعض هذه الحركة الرومانسية باعتبارها ردَّ فعل مضادًّا لاتجاه العالم نحو العقلانية المتزايدة من خلال العلم، في الوقت الذي بدأت فيه الرياضيات والقياسات بالكشف عن أسرار الطبيعة. وفي رثائه بقصيدته «لاميا» *Lamia* في عام 1819 اختتم جون كيت بتلك الحالة المزاجية: «سوف تَقُص الفلسفة أجنحة الملائكة.. وتقهر الغموض كله بقواعدها تباعًا».

وبحسب وجهة نظر مور، فلم يكن الأمر على هذا النحو.. فالكيميائي والمُخترع هامفري ديفي كان صديقًا لكوليردج، ووُوردسْوُورث، كما قام في عام 1800 بمراجعة النسخة الثانية لمؤلَّفهما المشترك بعنوان «القصائد الغنائية»، الذي يُعتبر الشرارة التي أضاءت الأدب الرومانسي الإنجليزي. وقد رد كوليردج هذا الجَميل في مقالاته عن «مبادئ الأساليب» في عام 1818، التي أُعيد استنساخها في المعرض، وذلك عبر بعض من الربط العام الصريح: «إذا كنا في أعمال شكسبير نجد الطبيعة ممثَّلة في الشِّعر، فإننا عبر الملاحظات المُتأمِّلة في أعمال ديفي، وولاستون، أو هاتشت، نجد الشِعر مُثبتًا ومجسدًا في الطبيعة».



لوحة توماس لورانس لهامفري ديفي، الذي تعرَّف على تسعة عناصر كيميائية.

ROYAL SOCIETY

ورغم أن وليام هايد ولاستون ليس معروفًا بالقدر ذاته الآن مثل ديفي، غير أن اكتشافاته الخاصة بعنصري البلاديوم والروديوم في بدايات الثمانينات دفعت به إلى مقدمة المنافسة العلمية. فقد سارع ولاستون باستغلال الإمكانات التجارية لعنصر البلاديوم. وكان من ضمن المعروضات منشورٌ دعائي، قام بتوزيعه للإطراء على خصائص هذا العنصر المعدني بتفاصيل علمية مميزة، كما أشار إلى أنه يباع «فقط بواسطة السيد فورستر بالبناية رقم 26 في شارع جيرارد في سوهو بلندن»، وهو مثال على ممارسة الاحتكار الكيميائي في وقت مبكر.

وفي الوقت نفسه تقريبًا، ادَّعى تشارلز هتشت اكتشافه لعنصر جديد في عيِّنة معدنية من ماساتشوستس، كان قد أطلق عليه اسم (كولومبيوم). بيد أن ذلك الاكتشاف أُثبِت فقط بعد مرور ستين عامًا، وقد استغرق به الأمر قرنًا آخر تقريبًا، لكي يجد العنصر باسمه الحديث (النيوبيوم) استخدامًا شائعًا، إذ تجد رسالة الاكتشاف المبعوثة من هتشت إلى الجمعية الملكية معروضةً إلى جانب عيِّنة نفيسة من معدن النيوبيوم.

الكيمياء الرومانسيـة
الجمعية الملكية بلندن
حتى 14 يونيو 2013

وهناك أيضًا رسائل مبعوثة من مساعد هتشت الكيميائي الأيرلندي بيتر ولف، تحمل الأدلة على أن هؤلاء الكيميائيين الرومانسيين كانوا يعيشون أكثر سنوات مجالهم اليافع غرابةً، ولكنها الأكثر إثارة.. فثمة رسوم بيانية يدوية متقنة لأجهزة التقطير، كانت تبدو في غير موضعها بالكاد في أي من الكتب الحديثة، جنبًا إلى جنب مع قائمة من العناصر الكيميائية المكتوبة برموز مبهمة.

أمّا نجم المعرض، فهو ـ بلا شك ـ ديفي، الرومانسي المتفرد بين أقرانه من الرومانسيين، إذ كانت محاضراته تجذب صفوة سكان لندن إلى الجمعية الملكية، مثلما مثّلها جيمس جيلارى في عام 1802 في رسمه الكاريكاتورى الساخر المُسمّى «اكتشافات جديدة في علم ميكانيكا الموائع»، مُصورًا الصفوف الأمامية مكتظة بسيدات يرتدين قبعات فاخرة، ومُشرئبات يتطلعن بشغفٍ نحو العالِم الوسيم. ويقول مور متبسمًا: «لقد كان ديفي هو براين كوكس عصره»، مشيرًا إلى عالِم الفيزياء الجزيئية ذي الشعر المنسدل ومحبوب جماهير برامج العلوم التليفزيونية البريطانية.

وبالفعل، فإن نسخة من لوحة توماس لورانس لديفي تُظهر هذا الكيميائي مرتديًا قميصًا أنيقًا بياقة عصرية مرتفعة، وقبضته في قفازات مصنوعة من جلد الجدي، موضوعة بثبات على الطاولة. ولا بد أن بريق عينيه كان يضع معجبيه في حالة من الانتشاء. إن هذا الخبير في العناصر الكيميائية لم يكن ليختلف كثيرًا عن جوزيف رايت في رواية «الكيميائي» من أعمال ديربي (1771)، التي صورت عملية فصل عنصر الفوسفور في القرن السابع عشر- أول الاكتشافات الحديثة لعنصر كيميائي - وفيها يظهر الكيميائي الملتحي في حجرة مظلمة ومبعثرة، بينما يُشع وجهه ببريق العنصر الكيميائي المُستخرج من كميات وفيرة من البول.

وبعد مرور حوالي 150 عامًا على هذه التجارب غير الناضجة، وفي عام 1820 بالتحديد، تقلَّد ديفي ـ الذي كان قد تمكن في ذلك الحين من اكتشاف تسعة عناصر كيميائية ـ منصب رئيس الجمعية الملكية، بعد إجراء انتخابات عصيبة. وبذلك، يكون الكيميائي الرومانسي المشاكس قد تولَّى أمور المؤسسة. وهكذا، وفدت إلينا الكيمياء. ■

مارك بيبلو هو صحفي علمي حر، يعيش في مدينة كمبريدج بالمملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: peplowscience@gmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات



أنواع قيد الإحياء: سبل البقاء؟

إن النظر إلى عملية إعادة إحياء الأنواع المنقرضة على أنه ممارسة مختبرية، يغفل عوامل سلوكية وبيئية أساسية، لا يمكن إنتاجها بسهولة (إس. كومار، نيتشر، **492**، 9؛ 2012). وبالتالي، فإن طائر الدودو المُعاد تخليقه سوف يكون في الشكل والأسلوب مثل طائر الدود، لكنه لن يكون مثله تمامًا.

وإعادة إنشاء الأنواع المنقرضة ستعني اتباع إجراءات يتم استخدامها في العادة لإدخال الحيوانات التي تمت تربيتها في الأَسْر إلى الغابة. ومع ذلك.. فإن هذه المحاولات لإعادة توطين الأنواع قد أسهمت فقط بشكل طفيف في المحافظة على التنوع البيولوجي، وذلك لأن هذه الحيوانات لا تعرف ـ إلى حد كبير ـ كيفية التفاعل مع الأفراد الآخرين من أنواعها، أو مع بيئتها الجديدة.

إن الأنواع الموجودة يمكن تدريبها على أساس ما تعلمناه من الأفراد الموجودة في الغابة من نوعها نفسه، إلّا أن هذه المعلومات ضئيلة، أو غير موجودة بالنسبة إلى الأنواع المنقرضة. وفي غياب البيئة المناسبة لها، فإن هذه الأنواع التي تُبذَل الجهود لإعادة إحيائها وإعادة إدخالها إلى الحياة البرية لن تظل ـ على الأرجح ـ على قيد الحياة.

ديوجو فريسيمو، معهد دوريل لعلم البيئة والحفاظ عليها، جامعة كنت، المملكة المتحدة.
dv38@kent.ac.uk
لور كاجنيير، جمعية علوم الحيوان في لندن، المملكة المتحدة.

أنواع قيد الإحياء: أين سيعيشون؟

يقترح سوبرات كومار أنه يجب علينا أن نحتفظ بالحامض النووي للكائنات المُعرَّضة للانقراض، مثل النمور، لكي يمكن إعادة تخليقها لاحقًا (نيتشر **492**، 9؛ 2012). إن الانقراض لا يمثل فقط خسارة للأنواع، بل يمثل تفككًا هائلًا وفقدانًا للتوازن في الشبكات البيئية.

إن الأنواع أكثرُ من مجموع جيناتها؛ فهي مظهر من مظاهر الروابط التفاعلية المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئتها (سي.إس إلتون، علم البيئة الحيوانية، صحافة جامعة شيكاغو، 2001).

والانقراض المعاصر هو أحد الأحداث التي لا يمكن الجدل فيها بشأن خسارة الموطن، وتفكك العمليات البيولوجية. وإذا لم نستطع المحافظة على غابات الهند ومستنقعات أشجار المانجروف ـ على سبيل المثال ـ فلن نتمكن من إنقاذ النمور التي تعيش فيها.

وتلعب التقنية البيولوجية دورًا في تلك المحافظة، إلّا أنها ليست حلاً للانقراض. وبدلاً من ذلك.. تجب علينا المحافظة على تكامل النظم البيئية وديناميكياتها المتأصلة فيها.. فتجميد الحامض النووي للنمور هو خطوة جيدة، لكن ليست كافية إزاء تحمل مسؤولية أفعالنا تجاه الجيل القادم.

جيه.جرانت س. هوبكرافت، ماركوس بورنر، دانيال ت. هايدون، جامعة جلاسكو، المملكة المتحدة، وجمعية علم الحيوان في فرانكفورت، ألمانيا.
grant.hopcraft@glasgow.ac.uk

موريشيوس تهدِّد تنوُّعها البيولوجي

يواجه التنوع البيولوجي الفريد لدولة موريشيوس تهديدًا متناميًا من مصدر غير مُتوقَّع: إنه حكومتها. إن اجتماع البرنامج الحكومي الدولي، المعنِيّ بالتنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي في بون، ألمانيا ـ الذي انعقد في الأسبوع الأخير من يناير 2013 (انظر: nature.com/dkyucn) ـ يجب أن يعيد موريشيوس إلى احترام مكانتها كأول دولة موقِّعة على اتفاقية التنوع البيولوجي.

وتقوم الآن حكومة موريشيوس بتأجير محميات طبيعية على جزر بحرية مهمة؛ لعمل أنشطة تتعارض مع أهداف الحماية والمحافظة. وقد أدخل هذا العمل حيوانات مفترسة غريبة، وأحدث تدميرًا غير قانوني للأنواع المحمية وموطنها، بدون عواقب ملموسة للمسؤولين عن ذلك. ونتيجة لهذا.. فهناك نوعان من الزواحف المتوطنة المُهدَّدة قد انقرضا بالفعل من إحدى هذه المحميات (انظر: .nature com/4th4kt). وتحت ضغوط من منتجي الفواكه، تسعى الحكومة أيضًا إلى تخفيف قانونها الخاص بالحياة البرية والحدائق الوطنية لعام 1993؛ لكي تساعد في القضاء على خفاش الفاكهة الطائر الموريشيوسي (*Pteropus niger*)، وهو نوع من الأنواع المحمية من الخفافيش، ومصنَّف على أنه مهدَّد بالانقراض من قِبَل «الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة».

هذا.. إلى جانب أن بعض الأفعال التي تبدو إيجابية في ظاهرها - مثل إعادة التوطين في الحديقة الوطنية بالجزيرة - تتم إدارتها بشكل سيئ؛ مما يؤدي إلى ارتفاع التكاليف، وهو ما يقلِّل من تقدُّم إعادة التوطين (F. B. V. Florens and C. Baider *Restor. Ecol.* **21**,1–5; 2013).

إف ب. فينسنت فلورنس، جامعة موريشيوس، ريدويت، موريشيوس.
vin.florens@uom.ac.mu

مجموعات صغيرة من العينات تُحدِث أثرًا كبيرًا

في هذا العصر الذي يتضاءل فيه الدعم لعينات التاريخ الطبيعي المجمعة، فإننا نود أن نبيِّن إلى أي مدى يمكن لمجموعة حديثة وصغيرة من العينات أن تكون مؤثِّرة.

لقد قمنا بإنشاء ملف تعريفي على موقع جوجل (يطلق عليه «طيور متحف جامعة ألاسكا» UAM Birds) للمنشورات العلمية التي استخدمت عينات مجموعة الطيور التي نشرف عليها في متحف جامعة ألاسكا في مدينة فيربانكس. يتم دعم هذه العينات المجمعة بما يكافئ 1.3 من الموظفين الذين يعملون بدوام كامل. وقد ساهمت مجموعات العينات المختلفة بشكل كلي أو جزئي كبنية تحتية بحثية للمنشورات العلمية من خلال محافظتها علي العينات والمعلومات المرتبطة بها.

إن العمل البحثي المنشور القائم على تلك العينات المجمعة متنوع ويستشهد به بشكلٍ جيد، حيث حصل على درجة 42 في مؤشر إتش (h-index)، بما يعادل متوسط الحائز علي جائزة نوبل في الفيزياء (J. E. Hirsch *Proc. Acad. Natl Acad. Sci. USA* **102**, 16569–16572; 2005). إن هذا يعكس بشكل إيجابي «الاستثمار الجيد»، ويجب أن يشجع المؤسسات الأخري لإعادة الاكتشاف وإعادة الاستثمار في العينات المجمعة كموارد مجتمعية هامة.

كيفن وينكر، جاك ج. ويثرو، متحف جامعة ألاسكا، فيربانكس، ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية.
kevin.winker@alaska.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

السمنة: عوامل متعددة تساهم في حدوثها

إن اعتقاد أن السبب الأساسي وراء حدوث السِمنة هو تناوُل كميات كبيرة من الكربوهيدرات يعد فقط واحدا من تفسيرات عديدة ممكنة (جاري توبيس، نيتشر، **492**، 155؛ 2012). وربما تعتبر أيضًا فرضية «الطاقة الداخلة- الطاقة الناتجة» صحيحة، ولكنها تعتبر في الغالب مبالغة في التبسيط.

من المهم أن نضع في الاعتبار احتياجات الجسم من المواد الغذائية الأساسية كالأحماض الأمينية الأساسية، وكذلك من الطاقة. حيث يمكن أن يؤدي النظام الغذائي عالي الطاقة لكن به نقص في هذه المواد الغذائية إلي سوء التغذية بالإضافة إلي السِمنة.

يحتاج العلماء إلي إلقاء نظرة فاحصة علي تأثير البروتينات، والدهون، والكربوهيدرات الموجودة في المواد الغذائية علي الشهية وتناوُل الطعام. وينبغي تقييم ذلك في سياق التنظيم الهرموني للأيض الوسيط والتباين الكبير في مُعدَّل الأيض الأساسي بين الأفراد.

حينها سوف يكون لدينا أساس أكثر دقة لتقديم المشورة لسكان الدولة الغربية عن كيفية تجنُّب السِمنة.

كريستين هامر، المعهد القومي لأبحاث التغذية والأطعمة البحرية، بيرجن، النرويج.
kha@nifes.no

السمنة: هرمون الشهية له دور

يشير جاري توبيس إلى أن الباحثين في مجال السِمنة يركِّزون حاليًا علي توازن الطاقة علي حساب العوامل الهرمونية (نيتشر **492**، 155؛ 2012)، لكن العوامل الهرمونية لطالما كانت جزءًا هامًا من بحوث السِمنة.

كان الطبيب الألماني برنارد مور هو أول من وصف ارتباط السِمنة في الإنسان بالخلل في منطقة «تحت الوطاء القاعدي basal hypothalamus» منذ أكثر من 170 عامًا (*Wochenschr. Ges. Heilkunde*، **6**، 565-571؛ 1840).

وفي النصف الثاني من القرن العشرين، اتضح تدريجيًا وجود حلقة مُثبِّطة بين هرمون اللبتين (الذي تنتجه الخلايا الدهنية) ومنطقة الوطاء، والتي اتضح أنها عامل مُنظِّم حاسم لمستويات الدهون في الجسم.

ومنذ اكتشاف هرمون اللبتين في عام 1994، ظهر حوالي 10000 بحث علمي في قاعدة بيانات البحوث الطبية PubMed عن ارتباط إشارات هرمون اللبتين بالسمنة.

ستيفان ج. جوينيت، جامعة واشنطن، سياتل، الولايات المتحدة الأمريكية.
guyenet@uw.edu

تقسيم الأنواع يهدد جهود الحفاظ عليها

هناك اتجاه تنامى خلال العقد الماضي يبعث على القلق، وهو تقسيم مراتب تصنيف أنواع الثدييات، والذي يكون في معظمه عن طريق رفع السلالات إلى أنواع. وبسبب التأثير المحتمل لذلك على جهود الحفاظ على تلك الأنواع، فإننا ننصح بتوخي الحذر في هذه الممارسة، والتي نعتقد أنه ينبغي أن تُبْنَى فقط على دليل مُحكَّم علميا من حيث الصلاحية البيولوجية.

هذا الاتجاه هو بشكل رئيسي نتيجة للتحوُّل من المفهوم البيولوجي للأنواع إلى المفهوم المتعلق بالنشوء والتطوُّر. فالمفهوم البيولوجي يرى أن الأنواع هي مجموعات من الأجناس التي تتكاثر فيما بينها (فعليًا أو بشكل محتمل). ولكن على النقيض من ذلك، فإن مفهوم الأنواع المتعلق بالنشوء والتطور ومشتقاته يعرِّف الأنواع إمّا على أنها أصغر مجموعة تشترك في الخصائص المنقولة وراثيًا، مثل أن يكون جميع الأفراد قابلين للتشخيص بشكل متساو على أساس تلك الخصائص، أو كتجمُّعات متفرِّدة. وفي هذه المجموعات، فإن كافة الأفراد الذين يتشاركون في سلف مشترك ينتمون إلى نوع واحد، مع سلف مشترك يتم الاستدلال عليه على أساس السمات المشتقة المشتركة (انظر، على سبيل المثال، C. Groves and P. Grubb *Ungulate Taxonomy* Johns Hopkins University Press, 2011).

وكما أن المعنى الوظيفي للأنواع مُحيِّر ومُربك، فكذلك التقسيم الاصطلاحي يمكن أن يكون ضارًا بجهود الحفاظ على الأنواع. فإذا تم تقسيم الأنواع المُهدَّدة بشكل غير صحيح إلى وحدات متعددة وتمت إدارتها على هذا النحو، على سبيل المثال من خلال التربية في الأسْر أو الإدارة متعددة الفئات، فمن الممكن أن يكون هناك خسارة غير ضرورية للتنوع الجيني وخطر متزايد للانقراض. هذه الأنواع المُعيَّنة حديثًا تطرح تساؤلات حول مدى ملاءمة تقييمات القائمة الحمراء للأنواع المهددة وشرعية الأنواع المُحدَّدة بموجب القوانين المحلية والاتفاقيات الدولية. فمن المهم للغاية تحديد الأنواع الحقيقية كوحدات محمية، بناءًا على أحجام العينة المناسبة، والمعلومات المتعلقة بالجينات، والشكل الظاهري، والسلوك.

فرانك إي. زاكوس*، متحف التاريخ الطبيعي، فيينا، النمسا.
frank.zachos@nhm-wien.ac.at
*بالنيابة عن 6 من المشاركين في التوقيع (انظر go.nature.com/4urduh لرؤية القائمة كاملة)

مصادم آخر ليس هو طريق التقدم

أنتم تشجعون المجتمع الدولي لفيزياء الجسيمات لدعم عرض اليابان لاستضافة مصادم الجسيمات الضخم القادم، المصادم الخطي الدولي (ILC)، نيتشر **492**، 312؛ 2012). لكن موقف الاقتراح ببناء المصادم الجديد ليس قويا في هذه المرحلة، بالنظر إلى مصادم الهادرون الضخم (LHC) الموجود في سويسرا والذي لم يكشف عن سوى نموذج معياري واحد فقط لجسيم بوزون هيجز حتى الآن.

سيتم تحديث الاستراتيجية الأوروبية لفيزياء الجسيمات قريبًا، لكن العديد من الدول الأوروبية مترددة في استثمار أموال دافعي الضرائب في مصادم آخر واسع النطاق (نيتشر للفيزياء **9**، 1؛ 2013). وبدلاً من هذا، فإنه ينبغي للمجتمع أن يركِّز على مصادم الهادرون الضخم LHC، وتحديثاته المستقبلية، ومشروعاته الخاصة بفيزياء الأحجام الصغيرة.

تومي أولسون، المعهد الملكي للتكنولوجيا KTH، ستوكهولم، السويد.
tohlsson@kth.se

السل المُقاوِم للعقاقير: استخدام الأدوات المتاحة

إن تجربة دولة رواندا في مكافحة داء السل المُقاوِم للأدوية (MDR-TB) تقدِّم دروسًا في استخدام الأدوات المتاحة الآن بحكمة، بدلاً من انتظار نتائج الاستثمار العلمي طويل الأجل (نيتشر 493، 14-16؛ 2013).. فمن بين 306 مَرْضَى بدأوا في نظام العلاج بعقاقير «الخط الثاني» الموحَّد لعلاج داء السل المُقاوِم للأدوية ـ من خلال برنامج رواندان في 09-2005 ـ تم علاج 270 مريضًا (88.2%) بنجاح. وقد كان نصف المرضى تقريبًا مصابين بفيروس نقص المناعة البشرية، ويعيشون في فقر مدقع. وبشكلٍ حاسم، قامت وزارة الصحة بدولة رواندا بتوفير رعاية دوريّة وثيقة لكل مريض، ودعم شهري للتغذية والانتقالات. ونتيجة لذلك.. لم يتخلف سوى ستة من المرضى فقط (2%) عن علاجهم.

إنّ هذه التدخلات المميزة تمنع تقدُّم المرض، وتيسِّر العلاج تحت الإشراف المباشر، إلّا أنها نادرًا ما يتم ضمها في دراسات ذات تكلفة منخفضة، وبشكل أقل بكثير في الاستراتيجيات على المستوى الوطني.

فور إتاحة سلاسل الإمداد بالدواء، والدعم الشامل من أجل الالتزام بالبرنامج العلاجي، ستكون تلك النتائج الإيجابية لعلاج داء السل المُقاوِم للأدوية ممكنةً في جميع أنحاء المناطق الريفية بأفريقيا.

أجنيس بيناجواهو*، وزارة الصحة، كيجالي، رواندا.
agnes_binagwaho@hms.harvard.edu
*بالإنابة عن 5 من المشاركين في التوقيع (انظر: go.nature.com/ttsddo لرؤية القائمة كاملة).

السل المُقاوِم للعقاقير: إزالة الحواجز الثقافية

تواجه العوائق الاجتماعية والثقافية مَنْ يحاولون السيطرة على انتشار داء السل المُقاوِم لعديد من الأدوية (داء السل؛ نيتشر 493، 14-16؛ 2013). وسوف تحسِّن إزالة هذه الحواجز من الالتزام بالنظام العلاجي الدوائي، وتمنع تطوُّر مقاومة الأدوية.

على سبيل المثال.. قد لا تتقدم النساء الآسيويات صغيرات السن ـ اللاتي لديهن داء السل ـ من أجل العلاج، لأنهن يرونه تهديدًا لفرصهن في الزواج. كما يمكن أن يتداخل تعاطي الكحوليات ـ المنتشر بين بعض المرضي القوقازيين ـ مع العلاجات الدوائية. أمّا المرضى الذين يتعافون ويعودون إلى وظائفهم ـ التي غالبًا ما تكون أماكنها بعيدة عن منازلهم ـ فقد ينقطع اتصالهم بمقدِّمي الرعاية الصحية.

إلى جانب توفير الأدوية، وإدارة الخدمات الصحية بكفاءة، من المهم للغاية دعم الرسائل المُعدَّلة ثقافيًّا، وخاصة التي تؤكد على سبب وجوب التزام مرضى داء السل بنظام علاجهم الطويل.

وفي الوقت الذي يُنتَظَر أن تتوافر فيه النظمُ العلاجية بأدوية ذات مدة علاج أقصر، وأقل سُمِّيَّة، وتنتشر على نطاق واسع، فإن المنظمات غير الحكومية ـ مثل «أطباء بلا حدود» ـ تقدم الدعم الاجتماعي والثقافي؛ للمساعدة في تعزيز الالتزام بالبرنامج العلاجي. ويتم تأسيس هذه الاستراتيجية بناءً على علم الأنثروبولوجيا الطبية، وهي الدراسة التطبيقية للمعتقدات والممارسات التقليدية المتعلِّقة بالمرض والرعاية الصحية. ويساعد هذا الدعم في ضمان العلاج والمتابعة الفعّالة (راجع، على سبيل المثال: go.nature.com/4b6f9f).

جيل جيرييه، نوميا، نيوكاليدونيا.
guerriergilles@gmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كارل ووز

(2012-1928)

مكتشِف عالَم البدائيات.

واجه كارل ووز أعقَدَ أسئلة البيولوجيا بعقل متوقد الإبداع، ومحكّ بالصرامة. ومن خلال إظهاره - بمفرده تقريبًا - أن الكائنات الحية تنقسم إلى ثلاثة عوالم: البكتيريا، وحقيقيّات النوى، ومجموعة ـ غير معروفة من قبل ـ تُدعى بدائيات بكتيريا «أركايا» العتيقة، غيَّرَ مفهومنا لكيفية ارتباط الكائنات الحية ببعضها البعض، وكيفية تطورها.

وُلد ووز - الذي توفي في 30 ديسمبر 2012 - في سيراكيوز بنيويورك في عام 1928. وأتمّ تعليمه الجامعي في الفيزياء والرياضيات في أمهرست كوليدج في ولاية ماساشوستس. وفي عام 1953، حصل على درجة الدكتوراة في الفيزياء الحيوية من جامعة ييل في نيو هيفن بكونيتيكت.

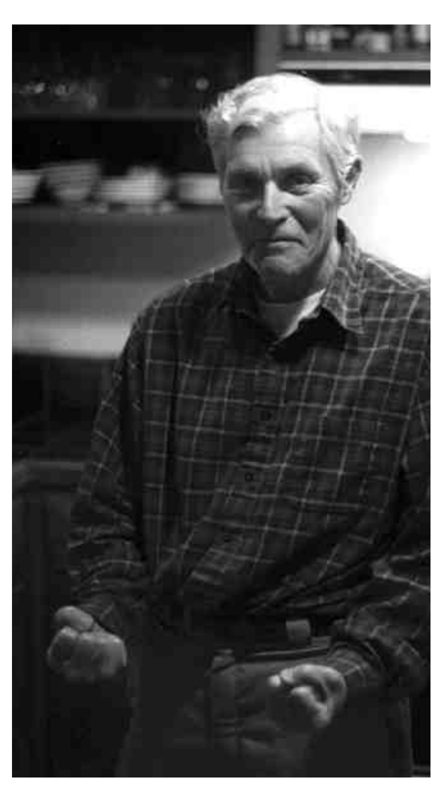
بعد شغله وظيفة باحث في مختبر أبحاث جنرال إليكتريك General Electric Research Laboratory في سكينكتدي بنيويورك، بدأ ووز في التفكير في تَطَوّر الشيفرة الوراثية. وفي عام 1964، عرضَ عليه عالِم الأحياء الجزيئية سول سبيجلمان وظيفةً في قسم الأحياء الدقيقة في جامعة إلينوي بأوربانا، حيث أمضى كل مسيرته الأكاديمية بها.

في إلينوي، فحص ووز تسلسل مكونات نيوكليوتيدات الحمض النووي الريبوزي 5S (أحد مكونات الريبوسوم، الذي يعمل في بناء البروتينات)، المستخلص من كائنات حية مختلفة. وسرعان ما أدرك أن الحمض النووي الريبوزي هو مقياس زمني مثالي لقياس المسافات التطورية بين الكائنات الحية. إنه ذو معدل طفرات بطيء، ويؤدي وظيفة مماثلة في جميع الكائنات الحية. ولمّا كان الحمض النووي الريبوزي يتفاعل على وجه التحديد مع عديد من البروتينات، فمن غير المرجح أن تقفز الجينات التي ترمزٍ إليه بين الأفراد من مختلف الأنواع.

هكذا اكتشف ووز نافذة تطل على علاقات القرابة بين الكائنات الدقيقة. وحتى هذه النقطة، كان المجال راكدًا لدرجة تثير اليأس، ويقوم على تحديد هوية الكائنات الدقيقة بالاعتماد على الخصائص النوعية، مثل الاختلافات في الشكل. وفي أوائل السبعينات من القرن العشرين، أدرك ووز أن تسلسل الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي 5S يحتوي على عدد أقل بقليل جدًّا من النيوكليوتيدات (120 نيوكليوتيد) من أن يسمح باستخدامه كوسيلة لتصنيف الآلاف من الكائنات الحية. وهذا ما دفعه نحو القيام بالمهمة الشاقة المتمثلة في تحليل الحمض النووي الريبوزي ريبوسومي 16S، الذي يحتوي على أكثر من 1500 نيوكليوتيد.

وشرع ووز في سلسلة أجزاء من الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي 16S من كل الكائنات الدقيقة التي تقع تحت يديه، وذلك باستخدام تقنية بصمة الحمض النووي الريبوزي، وهو منهج طوّره البريطاني الكيميائي الحيوي فريد سانجر. تقوم التقنية على فصل أجزاء من الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي ضمن مجال كهربائي، وذلك تبعًا لمكونات النيوكليوتيدات. وقد أثمر مجهود ووز أيّما إثمار.. ذلك المجهود الذي انطوى على تحليل أكثر من 100 نوع من الكائنات الحية، وامتد لسنوات عديدة.

وفي أحد الأيام، أسفر تحليل الحمض النووي الريبوزي S16 من كائن حي من الكائنات المنتجة لغاز الميثان عن نتيجة مذهلة، إذ تم تغيير النمط المألوف لنحو 100 موقع، أو ما يقارب ذلك العدد - كل موقع يحتوي على قطع صغيرة من الحمض النووي الريبوزي - بطريقة غير معتادة، إذ لم يُعثر على عديد من المواقع الموجودة


HARRY NOLLER

في جميع عينات الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي البكتيري S16. وظهرت مواقع جديدة، تتوافق مع تسلسل الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي، لم يسبق العثور على مثيلها من قبل. هكذا عثر ووز على علامة لعَالَم مختلف من عوالم الحياة.

كذلك أنتج الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي لبعض الكائنات الدقيقة الأخرى هذا النمط الغريب أيضًا، بما في ذلك الكائنات التي تقطن البيئات المتطرفة، التي يعيش بعضها عند درجات حرارة تصل إلى 100 درجة مئوية، وتفرز حمض الكبريتيك. وفي عام 1977، نشر ووز وطالب ما بعد الدكتوراة جورج فوكس - الذي كان يشرف عليه- اكتشافهما للبكتيريا «أركايا»، وذلك في دورية وقائع الأكاديمية الوطنية للعلوم *Proceedings of the National Academy of Sciences*، وأشارا إلى أن هذه الكائنات هي كائنات بعيدة الصلة بالبكتيريا، كبعدها تطوريًّا عن حقيقيات النوى.

وبالإضافة إلى تغيير مفهومنا للعلاقات بين الكائنات الحية، كان لتحليل ووز أثر كبير على بيولوجيا الريبوسوم، إذ أدرك ووز أنه يمكن للمرء استخدام تسلسل الحمض النووي الريبوسومي لتحديد كيفية طيّ الهيكل الحلزوني - أو الهيكل الثانوي - لجزيئات الحمض النووي الريبوسومي. واستخدمتُ أنا وكارل ووز هذه المقاربة لتحديد الهياكل الثانوية لكل من الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي S16، وS23. وحدَّدت هذه المقارنات نيوكليوتيدات الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي المُحافَظ عليها عبر جميع صور الحياة - ومن ثم فهي النيوكليوتيدات الضرورية لقيامه بوظيفته - في الوقت الذي اعتقد فيه الكثيرون أن الحمض النووي الريبوزي لا يعدو كونه مجرد سقالة هيكلية للبروتينات الريبوسومية.

كما ولّدت أبحاث ووز أيضًا فرعًا جديدًا من بيولوجيا الأحياء الدقيقة: استخدام تحليل التسلسل لدراسة المجاميع الميكروبية الطبيعية.. فبالجمع بين تقنية تحليل التسلسل وتقنية تفاعل البوليمريز المتسلسل - الذي يضخِّم أعداد أجزاء الحمض النووي، وصولًا إلى الآلاف أو الملايين من النسخ - أصبح بالإمكان تحديد الميكروبات في عينات مأخوذة من أي مصدر، بما في ذلك المحيطات وجسم الإنسان.

في البداية، استُقْبل اكتشاف ووز لبكتيريا «أركايا» بالشك، بل والعداء. ونتج عن هذا ـ مضافةً إليه نظرة ووز لنفسه على أنه الدخيل المتمرد ـ لجوء ووز إلى أسلوب كتابة جدلية في كثير من الأحيان؛ فتصدّى لخصوم منيعين مثل الميكروبيولوجي روجر ستينيار، وعالِم التصنيف إرنست ماير، بل وحتى تشارلز داروين، إلا أن ووز تلقّى في نهاية المطاف الاعتراف الذي يستحقه، بما في ذلك «جائزة كرافورد للعلوم البيولوجية» من الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم في عام 2003.

صرّح لي كارل يومًا ما بأن مفتاح نجاحه هو «مبدأ عدم الكفاءة الديناميكية». وكان زوّار مختبر كارل يعجبون بالتأكيد من عدم مبالاته بجبل البريد المتراكم، دون أن يفتحه. وقلقت زوجته جابرييلا، لدرجة أنها أقنعته بالسماح لها بفتح المظاريف. وقد وجدت من بينها رسالةً بختم بريد هولندي أُرسلت منذ أشهر. أبلغت الرسالة كارل بأنه قد مُنح وسام «ليوفنهوك» من قِبَل الأكاديمية الملكية الهولندية للفنون والعلوم، وهو شرف يُمنح مرةً واحدة فقط كل عقد من الزمن، يتشاطره مع لويس باستير.

إنّ كارل سيُفْتقَد بشدة من قِبَل الأصدقاء والزملاء والأسرة.. كما إنّ تأثيره على فهمنا للبيولوجيا تأثير عميق، لا يمكن دحضه. ■

هاري نولر أستاذ البيولوجيا الجزيئية وعلم الخلايا والبيولوجيا التنموية، ومدير مركز البيولوجيا الجزيئية للحمض النووي الريبوسومي في جامعة كاليفورنيا بسانتا كروز، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: harry@nuvolari.ucsc.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

أنْ تـــذهــب.. أو لا تــذهــب

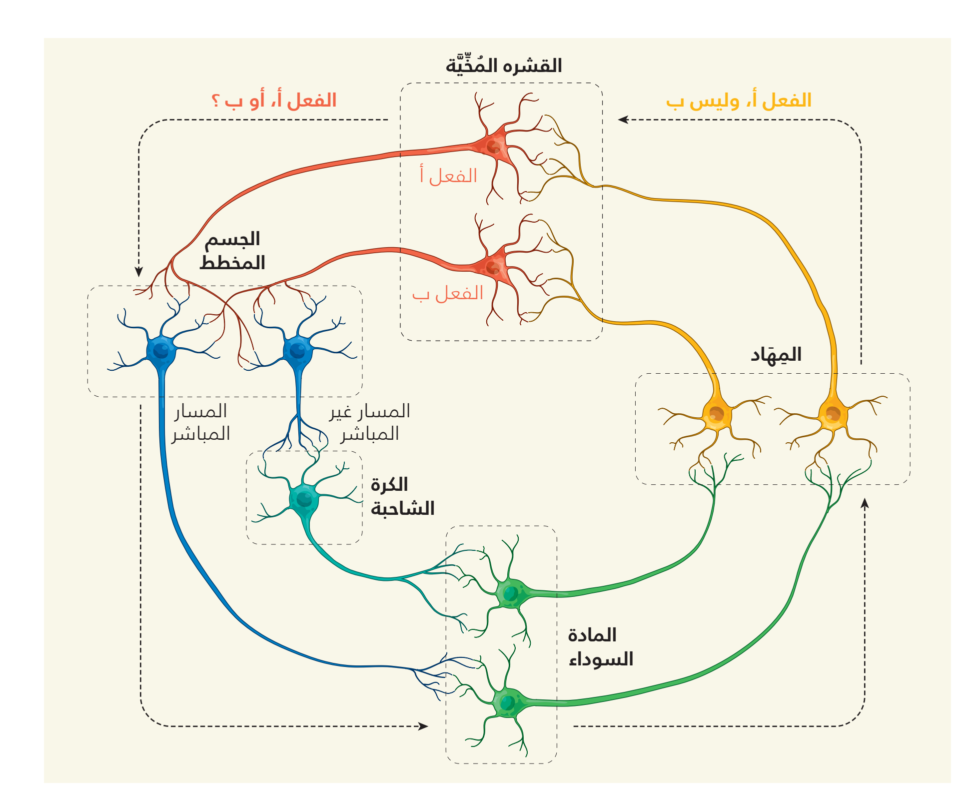
دراسةٌ تبين أنه بدلًا من البدء، ثم التوقف في الحركة بشكل متعاقب، فإنه يبدو واضحًا وجود مسارين متوازيين يشركان عصبونات موجودة في حزمة الخلايا العصبية الأساسية للمخ، يعملان معًا لتنفيذ مهمة الحركة المعقدة.

د. جيمس سورمبير

تَخَيَّل حزمة الخلايا العصبية الأساسية وكأنها ناصح أمين. فهذا التجمع العصبوني العنقودي المترابط بشكل كثيف، والموجود في المنطقة تحت القشرية من المخ يساعدنا على اتخاذ القرار عندما نواجَه بموقف فيه اختيار. وأكبر هذه التجمعات العنقودية هو الجسم المخطط striatum الذي يقوم بتخزين معلومات عن تجارب الماضي، وعندما يتم استجوابه من منطقة أخرى من المخ والمعروفة بالقشرة المُخِّيَّة عما يُعتبر أكثر الأفعال إثابة، فإن الجسم المخطط يقوم باسترجاع المعلومات عن التجارب السابقة، ثم يقوم بتمرير أمر من خلال المهاد thalamus، ومنه إلى القشرة المُخِّيَّة التي تقوم باتخاذ القرار. وقد درجت العادة على الاعتقاد أن أمر الجسم المخطط يكون ثنائيًّا، فإما بالإيجاب، أو بالرفض. والدراسة الرائعة التى قام بها كيو وزملاؤه[1] تقدِّم تحديًا لهذا النموذج، مع اقتراح بقيام الجسم المخطط بتقديم أمرين عما يجب، وما لا يجب فعله*.

وأفضل ما يمكن أن تشبَّه به حزمة الخلايا العصبية الأساسية مجازًا هو: السيارة، حيث إنه حتى يتسنى لك الاستمرار في الانطلاق بالسيارة، يجب عليك أن ترفع قدمك عن المكبح، وتقوم بالضغط على المعجل (دوّاسة البنزين)، وحتى تتمكن من التوقف، فإنه يتحتم عليك أن تفعل العكس. وبالمِثْل.. فخلايا حزمة الخلايا العصبية الأساسية تكون منظمة في مسارين متوازيين، يكونان متصلين عن طريق عصبونات ذات بروز شوكية SPNs. وقد درجت العادة على الاعتقاد بأن تلك العصبونات ذات البروز الشوكية الموجودة في المسار المباشر (المعجل) تقوم بتحفيز الفعل، أما تلك الموجودة في المسار غير المباشر (المكبح)، فتعمل على تثبيط الفعل.

وترتكز الدلائل على وجود هذا النموذج على المشاهدات الإكلينيكية لمرضى داء باركنسون[2]. إنّ فقدان الموصِّل العصبي (دوبامين) في أولئك المرضى يجعل المسار المباشر للعصبونات ذات البروز الشوكية بطيئًا، في حين يجعل المسار غير المباشر الخاص بالجسم المخطط سريع الاهتياج. وبالتالي، فإن احتمال فوز المسار غير المباشر في أي مناقشة متعلقة بماذا نفعل يكون أكثر ورودًا؛ مما ينتج عنه استمرار أمر الرفض، وكأننا قمنا بالضغط القوي المستمر على المكابح. ويؤدى هذا إلى الاعتقاد بأن ذلك الوضع يخلق صعوبة في المبادرة بالبدء في أي حركة، وهو المعروف عن داء باركنسون.



الشكل 1 | اتخاذ القرار على مستوى العصبونات. في هذا النموذج المبسط، تطلب عصبونات القشرة المُخِّيَّة (اللون الأحمر) من عصبونات الجسم المخطط (اللون الأزرق) النصيحة للاختيار بين فعلين محتملين: فعل «أ»، الذي كانت له نتائج إيجابية في السابق، وفعل «ب» الذي كانت له نتائج سلبية في الماضي. ويعتقد أنه عند الاستجابة، فإن مجموعتين من عصبونات الجسم المخطط ستقوم بتنشيط عصبونات المادة السوداء Substantia nigra (اللون الأخضر) إما من خلال المسار المباشر، الذى يستحسن الفعل «أ»، أو من خلال المسار غير المباشر، مع وجود خطوة متوسطة في الكرة الشاحبة Globus pallidus، ناصحًا ضد الفعل «ب»وقد صرح كيو وزملاؤه[1] أن المسارين المباشر وغير المباشر يتم تنشيطهما معًا بشكل متزامن؛ لترشيح الفعل «أ»، واستبعاد الفعل «ب» وتمر هذه الأوامر بعد ذلك خلال عصبونات المهاد (اللون الأصفر) إلى القشرة المُخِّيَّة.

وقد وجدتْ صعوبة في التوفيق بين هذا النموذج[3-5] والكثير من المشاهدات. وعلى الرغم من ذلك.. فإن الدراسات التي تستخدم أدوات كعلم البصريات الجينية، والتي تقوم بتنشيط المسارين العصبيين المباشر وغير المباشر بشكل انتقائي، أو إلغاء إشارات الجزيئات الرئيسة[6,7]، قد عملت على تعزيز التصور بأن هاتين الشبكتين تتصرفان كمفتاحي الفتح والإغلاق للحركة.

ومن المثير للدهشة أنه لم توجَد أي بحوث متعلقة بما تقوم به كل مجموعة من العصبونات ذات الزوائد الشوكية ـ عندما يُطلب من الحيوان أن يقوم بالاختيار،

أو البدء بالحركة للتأكد من صحة ذلك النموذج. ويرجع ذلك إلى تداخل المسارين المباشر وغير المباشر؛ مما يوجد صعوبة في اختبارهما بشكل منفصل باستخدام الأدوات الفسيولوجية. وقد قام كيو وزملاؤه بتطوير استراتيجية هائلة للتغلب على تلك العقبة، حيث قاموا باستخدام فئران خضعت للهندسة الوراثية، تقوم بشكل انتقائي بإظهار مؤشرات بصرية في أيٍّ من مساري العصبونات ذات الزوائد الشوكية عند حدوث تغيير في تركيز عنصر الكالسيوم داخل الخلية. فالمؤشر يقوم بدور المراسل الذي يقوم بإطلاق إشارة بصرية حينما ينشط أيّ من مَسْلَكَي العصبونات ذات الزوائد الشوكية. وقام الباحثون بعد ذلك بوضع أسلاك ألياف بصرية دقيقة في أماكن محددة من الجسم المخطط، ثم قاموا بتدريب الحيوانات؛ لتضغط على رافعة تحمل لهم طعامًا على سبيل المكافأة، في حين كانوا يقومون بمراقبة نشاط كل من المسارين المباشر وغير المباشر للعصبونات ذات الزوائد الشوكية الخاصة بهم.

تبعًا للنموذج التقليدي، فإنه يمكن التنبؤ بأن يظهر نشاط في المسار المباشر للعصبونات ذات الزوائد الشوكية عندما يبدأ الفأر في الحركة. ويظهر النشاط ذاته في المسار غير المباشر للعصبونات ذات الزوائد الشوكية عندما يتوقف الفأر عن الحركة. والملاحَظ أنه لم يكن ذلك ما وجده كيو وزملاؤه، بل على العكس.. إذ وجدوا أن كلا النوعين حدث فيهما نشاط قبل المبادرة بالحركة، وكأنّ كليهما كانا يبحثان عما يجب فعله(الشكل 1). وعند توقف الفأر عن الحركة، فإن كل مسار من المسارين أصبح غير نشط نسبيًّا.

وعليه، ولأن المسارين المباشر وغير المباشر للعصبونات ذات الزوائد الشوكية لا يقدمان أوامر متعاقبة من الإيجاب والنفي، فإن ذلك ـ بالتبعية ـ ينفي تشبيههما المجازي بالسيارة. ومن المحتمل ـ برغم كونه مستبعَدًا ـ أن يكون نشاط تلك العصبونات ـ بطريقة ما، أو بأخرى ـ مترابطًا بشكل يساعد على اتخاذ قرار ثنائي، رغم أن كيو وزملاءه لم يجدوا دليلًا على ذلك. والاحتمال الأكثر رجاحة أن يكون الجسم المخطط يقوم بتقديم أوامر لما يجب أنْ نفعله، أو ما لا يجب أنْ نفعله في الوقت نفسه. ولا شك في أن ذلك يعتبر شيئا جذابًا. فعندما تُفاضِل بين منهجين متبادلين، من الأفضل أن يكون لديك سبب لاختيار أحدهما، دون الآخر.

يتناسب هذا النموذج مع المعلومات الحالية عن لدونة المشابك العصبية في الجسم المخطط[8]. (تصف هذه الظاهرة التغيرات المعتمدة على النشاط في قوة الاتصال التشابكي بين العصبونات). وعندما ننجح في أداء أيّ مهمة، فإن نبضة من الدوبامين يتم إفرازها داخل الجسم المخطط، وهو ما يعمل على تقوية الاتصال التشابكي بين العصبونات القشرية والمسار المباشر للعصبونات ذات الزوائد الشوكية؛ مما يجعلها أكثر استجابة لهذه العصبونات القشرية في المستقبل. وبافتراض أن تلك العصبونات القشرية تمثل فعلًا معينًا، فإننا عندما نواجَه لاحقًا بموقف يحتِّم علينا اتخاذ قرار يكون فيه ذلك الفعل محتملًا، فإن تلك العصبونات تصبح نشطة. وبسبب الوصلات القوية، فإن المسار المباشر للعصبونات ذات الزوائد الشوكية سيصبح نشطًا أيضًا. وتبعًا للنموذج الحالي، فإنها تقوم بإرسال إشارة مرتدة إلى القشرة المُخِّيَّة، مُعْرِبَةً عن أن هذا الفعلَ هو الفعلُ المرغوب فيه.

على الجانب الآخر، لو كان الفعل مؤدِّيًا إلى نتائج غير مرضية، فإن ذلك كله يتم من خلال المسارات غير المباشرة للعصبونات ذات الزوائد الشوكية. كما أن إفراز الدوبامين في الجسم المخطط يعمل على تعزيز وتقوية الترابط بين العصبونات القشرية، وتلك الموجودة في مسارات العصبونات ذات الزوائد الشوكية. وبذلك، فإنه إذا حدث في المستقبل وكانت العصبونات القشرية الممثلة لذلك الفعل في حالة نشاط، فإن العصبونات الموجودة في المسار غير المباشر ـ ومرة أخرى بشكل نظري ـ تحذو حذوها، وتقوم بإرسال إشارة تحذيرية مرتدة، وهذا معناه أن ما يأمر به الجسم المخطط يكون متعلقًا بحركات محددة، وليس بمجرد أوامر عامة؛ للتوقف، أو الانطلاق.

يبقى سؤال مثير للاهتمام، وهو: هل مجموعات العصبونات ذات الزوائد الشوكية الموجودة في المسارين المباشر وغير المباشر مختصة بحركات محددة؟ لم يستطع كيو وزملاؤه أن يصلوا إلى هذا المستوى من التفاصيل. وهناك سؤال آخر مهم، متعلق بترجمة تلك النتائج إلى تطبيقات إكلينيكية، وهو: كيف تقوم عصبونات الحزمة الأساسية الموجودة بين الجسم المخطط والمهاد بتمرير أكثر من أمر؟. ولهذا.. فإن العصبونات يجب أن تعمل بشكل مستقل، يقوم فيه بعضها بإعطاء أمر لفعل، في حين يقوم البعض الآخر بإعطاء أمر لفعلٍ مضاد للفعل المتعارض. وقد أوضحت دراسة حديثة[9] أن تلك العصبونات أظهرت قدرة على التزاوج الحركي للمسارين المباشر وغير المباشر؛ مما يتيح حدوث ذلك.

وفي النماذج الأوّلية لداء باركنسون، وُجِدَ أن العصبونات الموجودة في الكرة الشاحبة والمادة السوداء التي تقوم بتمرير الأوامر من الجسم المخطط تكون مدفوعة (للتفكير في مجموعة)؛ للعمل بشكل جماعي؛ تقوم فيه بإطلاق الموجات الكهربية بشكل متزامن[10].

وقد لوحظ السلوك نفسه في عصبونات مرضى داء باركنسون[11]. وهذا يمكن تفسيره بأن القشرة المُخِّيَّة والمهاد يقومان بإعطاء الأمر بطريقتين متبادلتين بشكل استثنائي في الوقت نفسه؛ مما يجعل هناك صعوبة في اتخاذ القرار والبدء في الحركة. ويعتبر هذا هو الملمح الرئيس للمرض.

أمّا بالنسبة إلى العلاجات التي ابتُدعت، والتي تسمح لمجموعات العصبونات بتمرير الأوامر خلال المسارين المباشر وغير المباشر ـ كما لاحظ كيو وزملاؤه ـ ليتم البدء في الحركة، فسوف تساعد مرضى داء باركنسون على استعادة قدرتهم على الحركة بشكل يسير. ■

د. جيمس سورميير يعمل بقسم وظائف الأعضاء بكلية طب فاينبيرج بجامعة نورث ويسترن، شيكاجو، إلينوي، الولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: j-surmeier@northwestern.edu

1. Cui, G. *et al. Nature* **494,** 238–242 (2013).
2. Albin, R. L., Young, A. B. & Penney, J. B. *Trends Neurosci.* **12,** 366–375 (1989).
3. Mink, J. W. *Prog. Neurobiol.* **50,** 381–425 (1996).
4. Hikosaka, O., Takikawa, Y. & Kawagoe, R. *Physiol. Rev.* **80,** 953–978 (2000).
5. Nambu, A. *Curr. Opin. Neurobiol.* **18,** 595–604 (2008).
6. Kravitz, A. V. & Kreitzer, A. C. *Curr. Opin. Neurobiol.* **21,** 433–439 (2011).
7. Bateup, H. S. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 14845–14850 (2010).
8. Gerfen, C. R. & Surmeier, D. J. *Annu. Rev. Neurosci.* **34,** 441–466 (2011).
9. Yasuda, M., Yamamoto, S. & Hikosaka, O. *J. Neurosci.* **32,** 16917–16932 (2012).
10. Raz, A., Vaadia, E. & Bergman, H. *J. Neurosci.* **20,** 8559–8571 (2000).
11. Levy, R. *et al. Brain* **125,** 1196–1209 (2002).

السرطان

انتشار الورم جيئةً وذهابًا

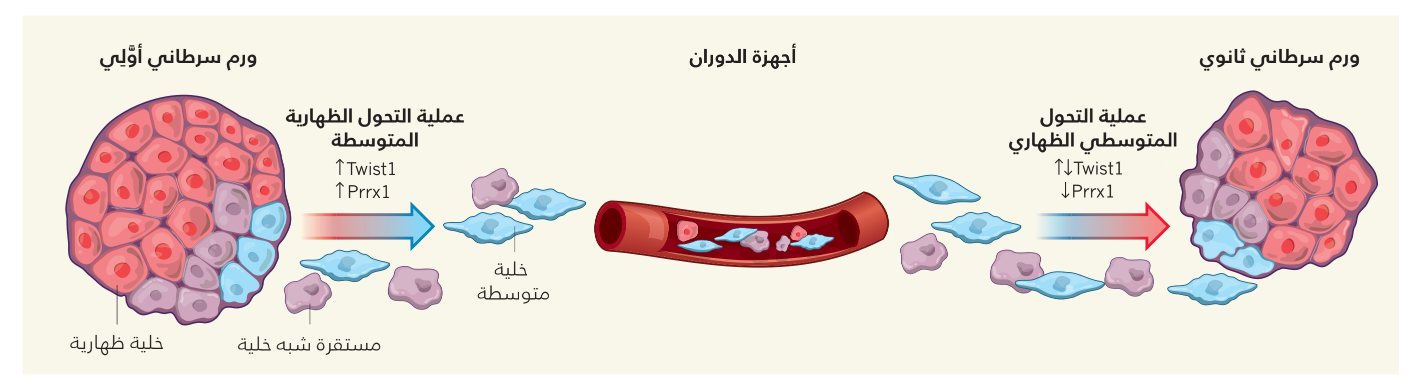
دراستان تسلطان الضوء على دور التحولات الخلوية بين الحالتين الظهارية والمتوسطة أثناء انبثاث السرطان، وتقدمان مادة غنية للتفكير فيما يتعلق بالعمليات الخلوية التي يجب استهدافها لعلاج السرطان.

برايس ج. و. فان دندرن، إيريك و. تومسون

ما زال انتشار الخلايا من الموقع الأساس للأورام الصلبة إلى مواقع بعيدة هو السبب الرئيس للمرض، والوفاة المرتبطة بهذه السرطانات. ولكي تتمكن خلايا الورم من الانتشار أو الانبثاث، يجب أن تعدل حالة «التثبيت»، وتنفصل عن الخلايا المجاورة لها؛ وأنْ تنتقل عبر الأنسجة إلى جهازي الدوران الدموي والليمفي، وأن تبقى حية فيهما؛ لتغادر الأوعية فيما بعد في موقع مناسب لتشكّل ورمًا[1] آخر. يتم دعم الكثير من هذه الأحداث بالتحول بين حالتين خلويتين: النمط الخلوي الظهاري، والنمط الخلوي المتوسط. لكن دور هذه التحولات في انتشار السرطان مثير للجدل. قدمت الأبحاث التي نشرها تساي وزملاؤه[2]، وأوكانيا وزملاؤه[3] في دورية «خلايا السرطان» Cancer Cell، مساعدةً لتوضيح هذا الأمر.

ومعظم أنواع الأورام السرطانية لدى البالغين هي سرطانات ظهارية تنشأ عن نمو غير طبيعي للخلايا الظهارية التي تبطن الأسطح وتجاويف الأعضاء، مثل الثدي والقولون والكبد والرئتين. والخلايا الظهارية هي خلايا مكتملة التمايز وثابتة في مكانها، لا تنتقل، في حين تتمكن الخلايا المتوسطة من الهجرة بسهولة. وفي الجنين الآخذ في التطور، هناك عملية تدعى عملية التحول الظهارية- المتوسطة (EMT) تسمح للخلايا الظهارية باكتساب خصائص الخلايا المتوسطة وأن تنقل مواقعها، لتعود بعد ذلك إلى النمط الظهاري بواسطة عملية التحول المتوسطي- الظهاري (MET)، لتتابع تشكيل البنى الجسدية. تشارك عملية التحول الظهارية المتوسطة أيضًا في انتقال الورم، ولكن يبقى أمر ضرورة مشاركتها في مطلق الأحوال أمرًا مثيرًا للجدل، ويرجع ذلك جزئيًّا إلى إطلاق الأورام النقيلة (المنبثة) لمؤشرات خلايا النمط الظهارية، وافتقارها إلى مؤشرات خلايا النمط المتوسطي[4].

لقد قمنا بإطلاق مصطلح اللّدونة الظهارية المتوسطة؛ للإشارة إلى ديناميكية التحول بين النمطين الخلويين الظهاري والمتوسط[5]. ومنذ عشر سنوات، كان هناك افتراض بأن الخلايا السرطانية التي مرت بعملية التحول الظهارية المتوسطة وانتشرت، سوف تتعرض فيما بعد لعملية التحول المتوسطي الظهاري (MET)؛ لتتمكن من استعمار موقع ثانوي بنجاح، وتشكيل ورم نقيلي[6]. وذكرت التقارير وجود أدلة أولية للانتقال المتوسطي الظهاري في سرطانات القولون والثدي والمثانة والبروستات[7]. وبرغم وفرة



الشكل 1 | التحولات الخلوية في الانتقال السرطاني. يسهل انتشار الخلايا السرطانية من الورم الصلب الأوَّلي بتأثير عملية التحول الظهارية المتوسطة (EMT). وهذه العملية تسمح للخلايا السرطانية الظهارية (خلايا السرطان) ـ مكتملة التمايز والثابتة في موضعها ـ باكتساب خصائص الخلايا المتوسطة الأكثر قدرة على الغزو. وأظهر تساي وزملاؤه[2] أن عملية التحول الظهارية المتوسطة يتم تحفيزها بفعل عامل النسخ «تويست1»، وأن تعبيره يزيد أيضا من عدد الخلايا شبه المستقرّة، التي تعبر عن خصائص كل من الخلية الظهارية والمتوسطية، في مجرى الدم لدى الفئران. وعلى أي حال، وجد الباحثون أن استمرار تعبير «تويست1» يمنع تشكّل الأورام الثانوية، وربما كان ذلك عن طريق منع الخلايا من التحول المتوسط الظهاري (MET) المطلوبة لكي تتيح لها العودة إلى الحالة الظهارية، وتشكيل الانتقال. يصف أوكانيا وزملاؤه[3] عامل نسخ جديدًا يحفز عملية التحول الظهارية المتوسطة، هو «Prrx1»، وأظهروا أن عملية التحول الظهارية المتوسطة يمكن تحقيقها بتثبيط عامل «Prrx1»، حتى أثناء استمرار تعبير «تويست1».

الدراسات المتعلقة بالتحول الظهاري المتوسطي، ما زالت تقزّم تلك المتعلقة بعملية التحول المتوسطي الظهاري، فإنها تبرز بوصفها خطوة حاسمة، وربما تحدّ من معدل الأورام النقيلة، وهذا التوجّه يدعمه بحثان جديدان.

أظهرت الأعمال السابقة أن بروتين عامل النسخ «تويست1» الذي يحفز عملية التحول الظهارية- المتوسطة ضروري لتشكّل الأورام النقيلة التلقائية لدى نموذج الفأر لسرطان الثدي[8]. وقد بنى تساي وزملاؤه على هذه النتائج باستخدام نموذج الفأر المصاب بسرطان حرشفة الخلايا (squamous-cell) الذي يمكن أن يتم فيه إظهار أو إبطال تعبير «تويست1». ووجد الباحثون أن «تويست1» يحفز عملية التحول الظهارية المتوسطة وانتقال الخلايا الورمية إلى مجرى الدم (الشكل 1)، لكن الورم النقيل لا يتشكل إلا إذا تمكنت الخلايا السرطانية من تعطيل «تويست1» بعد انتشارها. وهذا يشير إلى أن هناك حاجة إلى إيقاف عملية التحول الظهارية المتوسطة، والسماح بالتالي لحدوث عملية التحول المتوسطي الظهاري؛لاستكمال عملية انتقال الورم.

ووصف أوكانيا وزملاؤه عامل نسخ جديدًا يحفز عملية التحول الظهارية المتوسطة، هو عامل «Prrx1»، وأظهروا أنه يقود عملية التحول الظهارية المتوسطة أثناء تطور أجنة الدجاج. كما أظهرالمؤلفون أن عامل «Prrx1» ـ على غرار غيره من العوامل الجنينية التي تقود عملية التحول الظهارية المتوسطة ـ يبدو أنه يلعب دورًا في تشكيل النمط المهاجر الغازي من خلايا سرطان الثدي المتنقلة. ووجد المؤلفون كذلك أن التعبير القسري المستمر لعامل «Prrx1» قد عطّل قدرة الخلايا التي يمكنها إنتاج أورام نقيلة، وأن هناك حاجة إلى تثبيط عامل «Prrx1»؛ للسماح بحدوث عملية التحول المتوسطي الظهاري، بما يتفق مع ملاحظات تساي وزملائه حول عامل «Prrx1» (الشكل 1).

جاء هذا التقدم الملحوظ في تقديرنا للدور الذي يمكن أن تلعبه عملية التحول الظهارية المتوسطة في بيولوجية الأورام الصلبة من مشاهدات تشير إلى أن عامل «خلايا سرطان الثدي الجذعية» هو عامل (خلايا معزولة من العينات الإكلينيكية التي تتميز بخصائص مسرطنة قوية بشكل خاص وبقدرة على تكوين أورام جديدة من أعداد صغيرة من الخلايا) تحمل سمات الخلايا الوسيطة9. وبشكل معاكس، أصبحت الخلايا الظهارية الثدية طبيعية وسرطانية على حد سواء، تلك التي تمّ تحفيزها لكي تخضع لعملية التحول الظهارية المتوسطة أكثر شبهًا بالخلايا الجذعية[8]. وقد تم تدقيق هذه العلاقة أكثر عندما شوهد أن الخلايا ذات خصائص الأسلاف ـ تلك الأكثر تأهلًا للتمايز من الخلايا الجذعية الشبيهة بالخلايا الوسيطة ـ كانت تحمل إمكانية تسرطن أكبر[9،10].

وإضافة إلى هذه الصورة، أظهر أوكانيا وزملاؤه إمكان فصل السمات المشابهة للخلايا الجذعية في الخلايا السرطانية عن عملية التحول الظهارية المتوسطة، وذلك بالتلاعب في تعبير عامل «Prrx1». ويُذكر أنهم أظهروا أن إلغاء عامل «Prrx1» في خلايا مشتقة من السرطان (تسمى «خلايا BT-549») ولا تشكل أورامًا في الحالات الطبيعية عند حقنها في الفأر يجعلها مسرطنة ومكونة للأورام النقيلة (المنبثة) على حد سواء، بل أظهروا أن خفض مستويات عامل «Prrx1» في الخلايا السرطانية يؤدي إلى انخفاض بعملية التحول الظهارية المتوسطة، وإلى زيادة فعاليات الخلايا الجذعية. وتتوافق هذه النتائج مع تقارير حديثة تشير إلى أن تعدد القدرات (على التمايز إلى أنواع مختلفة من الخلايا)، الذي يرتبط بنمط الخلايا الظهارية أكثر من ارتباطه بنمط الخلايا الوسيطة، هي المحرك الرئيس لقدرة الخلايا على كل من التسرطن والانتقال[10،11]. وهكذا يُفهم ضمنيًّا أن إظهار الخصائص الخبيثة المعزّزة المرتبطة بالحالة المتوسطة للخلايا الجذعية يتطلب القدرة على التقدم تلقائيًّا نحو حالة ظهارية مترافقة بالخصائص متعددة القدرات.

ويظهر منعطف إضافي في حقيقة أن بعض الخلايا السرطانية تبدي سمات الخلايا الظهارية والمتوسطة في آنٍ معًا[12،13]. كما أن الخلايا ذات النمط الظهاري الذي يدعى وسيطًا، أو شبه مستقرّ، من المعروف عنها منذ فترة طويلة أن التعبير المشترك عن كلا النمطين قد يوفّر للخلايا أحد أشكال تعدّد القدرات، متيحًا لها إمكانية الضبط الديناميكي للظروف التي تواجهها. ويبدو أن هذه اللدونة تشكل أساسًا لكل طيف القدرة على الانتقال، وذلك لأن الخلايا التي تبقى ثابتة بجمود في حالة معينة أو أخرى أقل قدرة على الانتقال، أو حتى تشكيل ورم أوّلي، كما تبدو حالة الخلايا BT-549. وإضافة إلى ذلك.. أظهرت دراسات أخرى[10،14] أن التعاون بين التنوعات المتوسطة والظهارية لبعض الخلايا السرطانية يمكنه أن يسمح للتنوعات الظهارية بالهروب من موقعها الورمي والانبثاث. وبالتالي، تشير الأدلة المتجمعة من هذه الدراسات والأبحاث الراهنة إلى أن هناك حاجة لكل من النمطين المتوسطي والظهاري على حدّ سواء لتحقيق الانتقال، وأن تتوفر للخلايا السرطانية درجة كافية من اللدونة بين هذه الأنماط الظاهرية؛ ليتاح لها الانتشار.

ولا تترك تقارير كل من تساي وزملائه، وأوكانيا وزملائه سوى قليل من الشك حول أهمية عملية التحول المتوسط الظهاري و/أو النمط الظهاري للانتقالات الخلوية السرطانية. وكما ذكر الباحثون في الفريقين، يوضح هذا أنّ العلاجات التي تسعى مختبرات عديدة وراءها ـ وهي علاجات مصممة لتثبيط الخلايا السرطانية في المرحلة المتوسطة ـ قد يكون لها تأثير تنشيطي على الانتشار الحادث بالفعل، أو حتى تنشيط الخلايا السرطانية الهاجعة. النماذج والتصاميم التجريبية، كتلك المستخدمة في هذه الدراسات ستكون حاسمة في حل هذا التساؤل، وتبشر بقدوم فصل مثير في فهمنا للانتقالات الورمية. ■

برايس ج. و. فان دندرن & إيريك و. تومسون كلاهما يعمل بمعهد سانت فنسنت، فيتزوري، فيكتوريا 3065، أستراليا؛ **برايس ج. و. فان دندرن** يعمل بكلية طب جامعة ملبورن، إيريك و. تومسون يعمل بقسم الجراحة، جامعة ملبورن، مستشفى سانت فنسنت، فيتزوري.
البريد الالكتروني: rik@svi.edu.au ؛ bvanderenden@svi.edu.au

1. Fidler, I. J. *Semin. Cancer Biol.* **21,** 71 (2011).
2. Tsai, J. H., Donaher, J. L., Murphy, D. A., Chau, S. & Yang, J. *Cancer Cell* **22,** 725–736 (2012).
3. Ocaña, O. H. *et al. Cancer Cell* **22,** 709–724 (2012).
4. Tarin, D., Thompson, E. W. & Newgreen, D. F. *Cancer Res.* **65,** 5996–6000 (2005).
5. Thompson, E. W. & Haviv, I. *Nature Med.* **17,** 1048–1049 (2011).
6. Thiery, J. P. *Nature Rev. Cancer* **2,** 442–454 (2002).
7. Gunasinghe, N. P., Wells, A., Thompson, E. W. & Hugo, H. J. *Cancer Metastasis Rev.* **31,** 469–478 (2012).
8. Yang, J. *et al. Cell* **117,** 927–939 (2004).
9. Hollier, B. G., Evans, K. & Mani, S. A. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* **14,** 29–43 (2009).
10. Celia-Terrassa, T. *et al. J. Clin. Invest.* **122,** 1849–1868 (2012).
11. Sarrio, D., Franklin, C. K., Mackay, A., Reis-Filho, J. S. & Isacke, C. M. *Stem Cells* **30,** 292–303 (2012).
12. Lee, J. M., Dedhar, S., Kalluri, R. & Thompson, E. W. *J. Cell Biol.* **172,** 973–981 (2006).
13. Klymkowsky, M. W. & Savagner, P. *Am. J. Pathol.* **174,** 1588–1593 (2009).
14. Tsuji, T. *et al. Cancer Res.* **68,** 10377–10386 (2008).

منتدى النقاش الأحياء المجهرية

الحيـــاة التي تحت أقدامنـــا

تزخر تربة كوكبنا بالكائنات الحية المجهرية (الميكروبات) التي تُنظِّم عمليات مختلفة من إنتاج المحاصيل إلى احتجاز الكربون. ويسهم التحليل الجزيئي بشكل كبير في توصيف الجماعات الميكروبية، لكن كيف يمكننا أن نفهم على نحو أفضل وظائفها الإيكولوجية؟ فيما يلي، يناقش عالمان بالأحياء المجهرية مزايا مقاربة التنقيب في البيانات، مقارنةً بمنهج التجارب المُوَجَّهة.

الموضوع باختصار

- إن الأنشطة المتنوعة للجماعات المختلطة من الكائنات المجهرية في التربة أساسية في العمليات الإيكولوجية (الشكل 1).
- هذه الجماعات هي مؤشرات مهمة على الاستجابات للظروف المتغيرة.
- توفر التقنيات السريعة لفك متتابعات الحمض النووي وتقنيات التحليل الجزيئي الأخرى بيانات واسعة النطاق بخصوص الجينوم الجمعي للجماعة الميكروبية، وربما تكشف عن أفراد أو أنشطة غير متوقَّع وجودها في الجماعة.
- التجارب التي تختبر فرضيات ارتباط الكائنات الدقيقة بالبيئة قد تُمكِّننا من تحديد هذه العمليات وتحليلها مباشرة.

استكشاف مادة الأرض السوداء

جانيت ك. جانسون

تسارعت الأبحاث حول الأدوار البيئية الحاسمة التي تؤديها الكائنات المجهرية، وذلك مع ظهور تقنيات التحليل على مستوى الخريطة أو النطاق (omics): الجينومية والبروتيومية وأشباهها، التي غدت متاحة بفضل تقنيات فك متتابعات الحمض النووي منخفضة التكلفة وعالية الإنتاجية، وتقدم التقنيات الأخرى لدراسة الجزيئات الحيوية الكبرى الأخرى (البروتينات والمستقلبات). من خلال دراسة التركيب العام للحمض النووي (الجينوميات)، أو الحمض النووي الريبي (النسخوميات)، أو البروتينات (البروتيوميات) أو نواتج الأيض (المستقلباتوميات) لكائنات عديدة، يكون ممكنًا إنتاج بيانات ما وراء التحليلات، بحيث تشمل جميع الكائنات الحية الدقيقة في بيئة أو وسط معين. لذلك.. هل بإمكان المقاربات التحليلية (النطاقية) توفير فهم عميق لإيكولوجيا الكائنات المجهرية، أي فهم لا يتحقق باستخدام الطرق التقليدية؟ من المهم أن نأخذ في الاعتبار أن التحليل (النطاقي) ليس علمًا في حد ذاته، بل مجرد أداة، وأن الفارق الرئيس بينها وبين غيرها من الطرق هو كمية البيانات التي تولدها المقاربة التحليلية (النطاقية)، وإمكان أن توسع هذه «البيانات الضخمة» آفاق معرفتنا.

تجاوزت تقنيات فك متتابعات الحمض النووي الحاجة إلى توليد مزارع مخبرية نقية من الكائنات المجهرية للقيام بدراسات العمليات الميكروبية، كما كشفت هذه التقنيات أن معظم (الأنواع) المُكتشفة لم تكن معروفة. وأدَّى هذا إلى فكرة أن الحياة الميكروبية المجهرية هي «المادة السوداء» بالنسبة للأرض، قياسًا على العوالم غير المعروفة من الكون. ومن نواح كثيرة، تتشابه فعلًا التحديات التي يواجهها علماء الفيزياء الفلكية وعلماء إيكولوجيا الكائنات المجهرية، ويعتمد كلا المجالين على كميات كبيرة من البيانات والقدرات الحاسوبية الفائقة. وبالنسبة إلى إيكولوجيا الكائنات المجهرية، أدى افتقاد الموارد اللازمة لتحليل هذه البيانات إلى تقليص كمية الاكتشافات العلمية. لذلك.. هل ينبغي توفير استثمارات كبيرة ـ تناظر تلك المبذولة للفيزياء الفلكية ـ لإقامة بنية تحتية للبيانات الضخمة، وذلك لدعم تحليل جماعات الكائنات المجهرية على الأرض؟

يقول نقد موجه إلى استخدام التحليل النطاقي في إيكولوجيا الكائنات المجهرية بأن البيانات الناتجة مجرّد نتائج وصفية. وإشكالية وجهة النقد هذه أننا نجهل ما لا ندركه، كما في دراسات الكون.

> **«اكتشاف أحد الأنواع المجهرية بوظائف جديدة قد يكون أمرًا يستحق الاهتمام، كاكتشاف نجمة».**

فهناك ما يقدر بنحو 2410 نجوم في الكون، وكذلك 3010 أنواع بكتيرية على كوكبنا. وأنا أزعم بأن اكتشاف أحد الأنواع المجهرية بوظائف جديدة قد يكون أمرًا يستحق الاهتمام، كاكتشاف نجمة. وإلى أن نغوص ونستخدم أفضل الأدوات المتاحة لاستكشاف بيئة بعينها، فإننا غالبًا لا نعرف حتى ماهية الأسئلة التي يجب أن تطرح، أو ربما نكون قد سألنا أسئلة خاطئة.

وهناك أمثلة عديدة توضح كيف أن إجراء بحث ـ باستخدام التحليل النطاقي ـ على عينات كائنات مجهرية من بيئات متنوعة قد يقود إلى اكتشافٍ ما. فقبل فك متتابعات ما وراء الجينوم (ميتاجينوم) لكائنات بحر سارجاسّو[1]، لم نكن نعرف أن محيطات الأرض تحوي عددًا كبيرًا من البكتيريا التي تمتلك نظامًا لحصاد الضوء لم يُعرف سابقًا، يُدعى بروتين «بروتيورودوبسِن». كذلك قادت الـ«ميتاجينوميات» إلى التعرف على بكتيريا «أركايا» العتيقة المؤكسدة للأمونيا[2]، التي تَبَيَّنَ لاحقًا أنها تنشط في عدد من البيئات. كذلك، فإن الجمع بين دراسات الميتاجينوميات مع دراسات الميتانسخوميات meta-transcriptomic أو دراسات الميتابروتيوميات قد يكشف أيّ الوظائف الميكروبية سيُعبّر عنها في ظل ظروف معينة. وأحد أمثلة ذلك، كان اكتشاف بكتيريا «أوشيانوسبيريلاز» المُحلِّلة للألكانات (بكتيريا نشطة مستزرعة) بأعماق البحار بعد حادثة تسرب النفط بعد انفجار «ديب واتر هورايزون» في عام 2010 بخليج المكسيك[3].

من الإمكانات الواعدة لمقاربات التحليل النطاقي أن البيانات في حدّ ذاتها ستولد الفرضيات. فـ«مشروع أشكال الحياة المجهرية بالأرض» Earth Microbiome Project[4] الهادف إلى إجراء تصنيف منهجي لأنواع ووظائف جماعات الكائنات المجهرية بجميع أنحاء الكوكب يوضح هذه النقطة. وتقول إحدى الفرضيات الأساسية للمشروع بوجود ارتباط لسمات بيئية معينة بخليط معين من جماعات الكائنات المجهرية، وأن معرفة هذه الأنماط يمكن استخدامها كقدرة تنبؤية، فمثلًا، دراسات التغيرات الزمنية في الكائنات المجهرية بالقناة الإنجليزية، مع البيانات البيئية، أدت إلى اقتراح إمكانية استخدام هذه المعلومات للتنبؤ بتقلبات موسمية محددة في تنوع الكائنات المجهرية ومنتجاتها الأيضية. وقد ثبتت صحة الفرضية[5].

ورغم أن توصيف ميتاجينومات البيئات عالية التنوع بالكائنات المجهرية ـ كالتربة ـ يظل تحديًا، تَعِد هذه المقاربة بتقديم رؤية أشمل ـ مما هو ممكن حاليًا ـ حول تشكيل جماعات الكائنات المجهرية ووظائفها. ومن الأمثلة الحديثة: استخدام الميتاجينوميات لبيان أن جماعات الكائنات المجهرية في التربة دائمة التجلد تتأثر بشدة بذوبان الجليد لفترات قصيرة[6]. كما جُمعت مسودة أولية من جينوم بكتيريا مكتشفَة مؤخرًا، تُنتج غاز الميثان، واستخلص الجينوم من التربة دائمة التجمد. ونشأت عن ذلك فرضية أن هذه البكتيريا تقوم بدور رئيس في توليد الميثان أثناء ذوبان التربة دائمة التجمد، مما يشير إلى مسار جديد لمزيد من التجارب لاختبار هذه الفرضية. وبينما يتم صقل وتحسين هذه الأدوات أكثر فأكثر، والتحقق من صحتها، ينبغي أن تؤدي إلى اكتشاف مزيد من أنواع الكائنات المجهرية على كوكبنا، وتشكيل فهم أفضل لها ولقدراتها.

جانيت ك. جانسون تعمل بقسم علوم الأرض، مختبر لورنس بيركلي الوطني، بيركلي، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: jrjansson@lbl.gov

فَكِّرْ.. قبل أن تُتابِع..

جيمس آي. بروسر

تحوّل توصيف الجماعات الميكروبية (المجهرية) في التربة تحولًا كبيرًا بفضل تقنيات السَلْسَلة (فك المتتابعات)، وبشكل متزايد بفضل تقنيات أو مقاربات التحليل النطاقية. ورغم أنه ينبغي لنا أن نعبِّر عن إعجابنا بالتقدم التكنولوجي الذي جعل هذا ممكنًا، لكنّ ذلك التقدم لم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الشكل 1 | تعدين البيانات. تؤدي الكائنات المجهرية الوفيرة بتربة الأرض خدمات عديدة للنظام الإيكولوجي، لكن لا يزال معظمها غير مفهوم أو معروف. وأفضل الطرق لتحديد هذه العمليات ودراستها ما زال موضوع نقاش بين علماء البيئة.

تقابله زيادة في فهمنا لإيكولوجية هذه الجماعات أو ارتباط تركيب الجماعة بمدى تنوعها ووظائفها الإيكولوجية. وفي اعتقادي، أن أحد أسباب ذلك هو التركيز المفرط على المنهج الوصفي لإيكولوجيا ميكروبات التربة، مقارنةً بإجراء تجارب تحرِّكها الفرضيات.

إن الجدل الدائر حول القيمة النسبية للمقاربات الوصفية وتعدين البيانات مقارنةً بعلم تحركه الفرضيات ليس جديدًا. والاستنتاج التقليدي هو أن هذه الأساليب تُكمِّل بعضها، بدلًا من القول بأنها حصرية تستبعد بعضها[8،7]. وتصاغ الفرضيات عادةً لتفسير الظواهر المرئية، وقد تتأثر بالمعارف القائمة، وهو أمر مقبول حتى لدى الفيلسوف كارل بوبر، الذي كتب[9]: «بعض العلماء يعثرون ـ أو هكذا يبدو ـ على أفضل أفكارهم وهم يدخّنون، والبعض الآخر أثناء شرب القهوة أو الويسكي. بالتالي ليس هناك سبب يحول دون أن أعترف بأن البعض قد يتحصلون على أفكارهم بالملاحظة، أو بتكرار الملاحظات».

وتفقد الفرضيات قيمتها إذا قامت على الملاحظات فقط، أو إذا كانت ذات مغزى فقط لدى البيانات المستخدَمة في صياغتها، في حين تكون الفرضيات جديرة بالاهتمام إذا تضمنت أفكارًا جديدة، أو ومضات إلهام، وقد تقترح تفسيرات وآليات (عالمية كحالة مثالية)، وتولد تنبؤات يمكن اختبارها بالتجارب. وهذه العملية، وليست الملاحظات الأولية، هي التي حقًّا تزيد الفهم. وهكذا، يمكن لبحث تحرِّكه الفرضيات تقديم تنبؤات وأطر أفكار بمشاهدات عكسية وغير حدسية، ومؤشرة على ملاءمة أو عدم ملاءمة أي تقنية لاختبار هذه الفرضيات.

لذلك، لا تكافئ توصيفات التحليل النطاقي (omics) للجماعات الميكروبية محاولات تحديد طبيعة المادة المظلمة في الكون، التي اكتُشِفَت ولا تزال تُدرَس بواسطة أبحاث تحرِّكها الفرضيات. وعمليًّا.. نادرة هي الدراسات الوصفية البحتة للجماعات الميكروبية. فمعظم الدراسات الجينومية تقارن بين المتتابعات الجينية الموجودة بعينات تربة مختلفة، أو عولجت بطرق مختلفة، وغالبًا بجانب وصف خصائص التربة وارتباطات هذه المتتابعات بخصائص التربة. ولا جدوى لمثل هذه الدراسات، ما لم تُستَخْدَم لتوليد فرضيات، لكنها عمومًا تقوم على سؤال قد يكون غالبًا غير معلن أو غامضًا أو غامض الإطار. لذلك.. تقوم هذه الدراسات ـ ولو بغير قصد ـ على الفرضيات، فمثلًا: تتيح متتابعات الجين معلومات مفيدة عن أنواع الكائنات المجهرية ووظيفتها، وأن خصائص التربة تؤثر على تشكيل الجماعات الميكروبية في التربة ونشاط هذه الجماعات.

ومن الواضح أن قدرة الدراسات الوصفية على زيادة الفهم هي قدرة محدودة بفعل التقنيات المستخدمة، التي قد تكون ـ أو لا تكون مناسبة ـ لتقصِّي الآليات الكامنة. كذلك، فإن الطبيعة غير الصريحة للمفاهيم الكامنة وراء هذه الدراسات قد تُقلِّل قيمة محاولات شرح النتائج التي يُتوصَّل إليها، كأن تُولَّد الافتراضات بأثر رجعي، أو عندما يكون تصميم التجربة غير وافٍ لأغراض الدراسة. وجدير بالذكر أيضًا أن البيانات المستخدمة لتوليد فرضية ما يجب ألاّ تستخدم مجددًا لاختبار الفرضية أو تقدير قيمتها، إذ تفتقد الفرضية الناتجة عن دراسة وصفية القيمةَ، ولا تزيد من مستوى الفهم، إلاّ إذا اختُبرت لاحقًا بالتجربة.

> **«تفتقد الفرضية الناتجة عن دراسة وصفية القيمة، ولا تزيد مستوى الفهم، إلاّ إذا اختُبرت بالتجربة»**

ولسوء الحظ، تبدو الشهية للاختبار التجريبي أقل من الرغبة في إجراء مزيد من دراسات فك المتتابعات الوصفية، رغم أن الهدف المعلن وراء المقاربات الوصفية هو زيادة إمكان القوة التفسيرية. وقد ينشأ هذا ـ جزئيًّا ـ من انخفاض كلفة فك المتتابعات. فتوليد كميات كبيرة من هذه البيانات عملية غير مكلفة وبسيطة نسبيًّا، كما أن وصف ومقارنة البيانات أسهل من بناء فرضيات واختبارها.

وبالطبع، هناك أمثلة على أبحاث تحليل نطاقي قائمة تحرِّكها فرضيات بمجال الإيكولوجيا الميكروبية. وليس هناك أيضًا نقص في الأسئلة والأفكار والمفاهيم والنظريات الإيكولوجية التي يمكن أن تعالج بمقاربات التحليل النطاقي، وتختبرها وتوسِّع مداها. ففي الواقع، يتطلب عدم التجانس والتعقيد الهائل لبيئة التربة شجاعةً وجهدًا فكريًّا لصياغة فرضيات صريحة، وإجراء اختبار تجريبي نقدي يركِّز على توليد تنبؤات. ويبدو لي أن هذه المقاربة تقدِّم وسيلة أكثر كفاءة لاستخدام الموارد المحدودة، مقارنةً بالمقاربة المضنية للفهرسة ودراسة الصلات بين المتتابعات الجينومية في عينات التربة المتزايدة. وفي رأيي، يمثل هذا الأمر تحديًا أكبر، ويتطلب فكرًا أكثر، وهو أيضًا أكثر متعة، وأكثر تحفيزًا لتحقيق ما يدعو إلى نيل التقدير. ■

جيمس آي. بروسر يعمل بمعهد العلوم البيولوجية والبيئية بجامعة أبردين، أبردين، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: j.prosser @ abdn.ac.uk

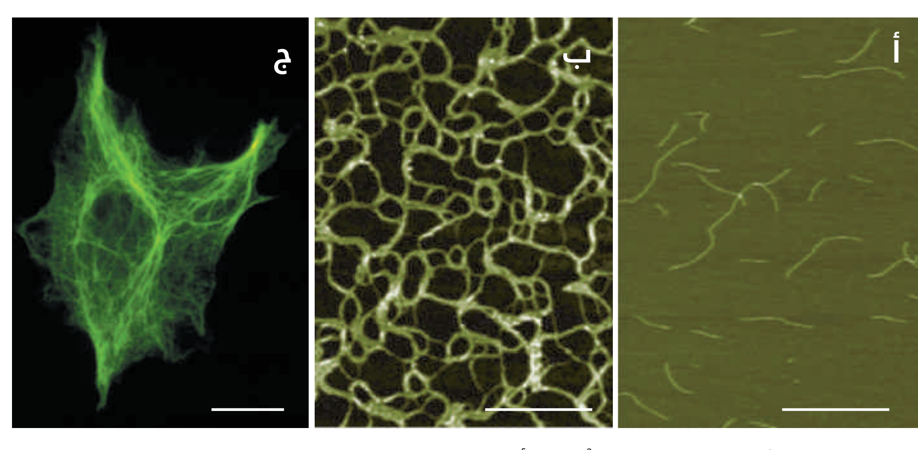
1. Venter, J. C. *et al. Science* **304,** 66–74 (2004).
2. Treusch, A. H. *et al. Environ. Microbiol.* **7,** 1985–1995 (2005).
3. Mason, O. U. *et al. ISME J.* **6,** 1715–1727 (2012).
4. www.earthmicrobiome.org
5. Gilbert, J. A. *et al. ISME J.* **6,** 298–308 (2012).
6. Mackelprang, R. *et al. Nature* **480,** 368–371 (2011).
7. Kell, D. B. & Oliver, S. G. *BioEssays* **26,** 99–105 (2004).
8. Casadevall, A. & Fang, F. C. *Infect. Immun.* **76,** 3835–3836 (2008).
9. Popper, K. R. *Realism and the Aim of Science* (ed. Bartley, W. W. III) 36 (Routledge, 1983).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم المواد

البوليمرات التخليقية والصلابة الحيوية

تم تخليق بوليمرات شبيهة بالفرشاة بصلابة مشابهة لبوليمرات موجودة بالخلايا الحية، وتستخدم لبناء مواد مستجيبة للضغوط. وهذا يفتح الباب لتطبيقات بمجال المواد الموصلة للعقاقير وهندسة الأنسجة.



الشكل 1 | تحزيم الألياف. قام كووير وزملاؤه[2] بتخليق أول بوليمر تخليقي يمتلك صلابة مشابهة لتلك التي لدى البوليمرات الحيوية كجزيء الحمض النووي. سلاسل مُفردة من البوليمرات (**أ**) تُكوِّن حزمًا (**ب**) عند تسخينها في محلول. تشابه البوليمرات تلك التي وُجدت في الخيوط الوسيطة (**ج**) داخل الخلايا: **أ**، **ب**، 250 نانومترًا ؛ **ج**، 85 ميكرومترًا.

مارجريت لايز جارديل

يرتكز علم وظائف الأعضاء المتنوع للخلايا والأنسجة على مواد تتكون من جزيئات كبيرة يسمح سلوكها الميكانيكي للكائنات الحية بالسيطرة والحفاظ على شكلها[1]. وتسمح بنية الأشكال التركيبية (التخليقية) لتلك المواد للخلايا والأنسجة الاصطناعية بالتكوُّن، لكن إعداد مثل تلك المواد يمثل تحديًا كبيرًا منذ فترة طويلة. ومؤخرًا، تمكن كووير وزملاؤه من إنتاج أول بوليمرات تخليقية يمكن ضبط صلابتها؛ لتتمكن من محاكاة مدى واسع من نظيراتها البيولوجية. وما أنجزه هؤلاء المؤلفون سيسهل بناء شبكات بوليمرات يمكن ضبطها بدقة عالية، يكون لها سلوك مستجيب للضغوط.

وتمثل البوليمرات التخليقية ـ كالبولي إيثيلين والنايلون والسيليكون ـ فئة مهمة من مواد القرن العشرين التي لقيت تطبيقات متنوعة كالطلاء والمواد اللاصقة والألياف واللدائن (البلاستيك)، لكن جزيئات ذلك البوليمر يقترب سلوكها من الاسباجيتي المطبوخة، بسبب قلة صلابتها بامتداد طولها. وتعود مرونتها بالكامل إلى عشوائية ترتيب سلاسل البوليمر بسبب الطاقة الحرارية، أي الطاقة المتاحة للتأثير على الجزيئات عند درجة حرارة الجو المحيط.

وتختلف البوليمرات الحيوية المتكوّنة من الأحماض الأمينية أو الأحماض النووية كليًّا. فهذه المواد شائعة في الطبيعة، وتشمل الحمض النووي (DNA)، وبروتينات الهيكل الخلوي الخيطية كشعيرات الأكتين والشعيرات الأنبوبية الدقيقة والخيوط الوسيطة، وجزيئات السقالات الحاملة والنسيج الغشائي خارج الخلية، كالكولّاجِن والفِبرين (fibrin). والبوليمرات الحيوية أكثر صلابة بكثير من البوليمرات الكيميائية، ولذلك فهي مشابهة للاسباجيتي المطبوخة جزئيًّا. ونظرًا إلى صلابتها العالية، فإن الطاقة اللازمة لِلَيّ البوليمرات الحيوية يمكن مقارنتها بتلك المتاحة من خلال الطاقة الحرارية، بحيث يكون طَيُّها أقل من البوليمرات التخليقية عند درجة حرارة الوسط المحيط. وتلك الصلابة الكامنة تجعل السلوك الميكانيكي للبوليمرات الحيوية في معظم نطاقها النوعي مختلفًا عن السلوك الميكانيكي الخاص بالبوليمرات التخليقية[3].

اكتشف الباحثون أن بوليمرات بيبتايد أيسوسيانو المتعدد (polyisocyanopeptide) مطعمة بسلاسل الجانب المرن من بوليمر مختلف، لتعمل كمحاكيات لبنية بروتينية تُعرف بصفيحة بيتا (β-sheet)، ويتجمع ذاتيًّا في بنى حلزونية مشابهة لتلك المكونة من جزيء الحمض النووي وشعيرات الأكتين. إضافة إلى ذلك.. يشير المؤلفون إلى أن البوليمرات تتكتل إلى حزم عند تسخينها في محلول (الشكل 1)، وتكون تلك الحزم مشابهة للحزم المتكونة بالكولاجن والفِبرين.

ويعتبر طول أو امتداد المادة أحد طرق تمييز صلابتها: فكلما طال امتداد البوليمر، زادت صلابته. ويتراوح ثبات طول البوليمرات الحيوية ما بين 100 نانومتر للشفرة الوراثية إلى ملّيمتر واحد للأنابيب الدقيقة (microtubules)، ومن خلال المقارنة، يبلغ الطول الثابت المؤثر للبوليمر التخليقي المرن حوالي 0.1 مليمتر. وعندما ميز المؤلفون الخواص الميكانيكية للبوليمرات الخاصة بهم باستخدام تقنيات التحليل الطيفي بالقوة (force-spectroscopy techniques) وجدوا أن سلاسل البوليمرات المفردة لها طول ثابت قابل للقياس يبلغ 500 نانومتر. وجدوا أيضًا أنها تزداد إلى حزم أكبر، متسقةً مع مفهوم ارتباط الصلابة بقطر الحزمة. واعتبر كووير وزملاؤه أن تلك المواد تمثل أول بوليمرات تخليقية شبه مرنة تمتلك أطوالًا ثابتة قابلة للضبط، وبذلك قد تستخدم ككتل بناء لمواد المحاكاة الحيوية.

وإحدى أهم نتائج زيادة صلابة البوليمر هي تبديل الاستجابة الميكانيكية الخاصة بشبكات البوليمر المترابطة. وتوصف الصلابة الميكانيكية للمادة عن طريق عامل المرونة. وبالنسبة لشبكات البوليمرات المرنة (كالمطاط)، يعتمد معامل المرونة بطريقة ضعيفة على كثافة البوليمرات أو الروابط العابرة. وبالعكس، يعتمد معامل المرونة في شبكات البوليمرات شبه المرنة بقوة أكبر على تلك العوامل[3].

ومن الصفات الأخرى المميزة لشبكات البوليمرات شبه المرنة أنها تستجيب للإجهاد بطريقة غير خطيّة غالبًا[3]. تتمدد المواد البوليمرية التقليدية بتأثير زيادة الأحمال حتى الكسر. ومع ذلك.. تتيبس شبكات البوليمرات شبه المرنة مع زيادة الحِمل ويزداد معامل المرونة بطريقة درامية عند قيمة انفعال حرجة. وتمثل هاتان الخاصيتان المميزتان للشبكات شبه المرنة حالة نموذجية للبوليمرات الحيوية، وهي موجودة كذلك ببوليمرات كووير وزملائه التخليقية.

ونظرًا لميكانيكيتها غير المعتادة، تعتبر تلك المواد عالية الاستجابة للإجهاد الواقع عليها: فكلما ازداد الإجهاد، ازداد معامل المرونة؛ لتقليل تغيرات التشوه. وهذا يقتضي أن المواد ستحافظ على شكلها عند التعرض لنطاق واسع من الإجهادات الواقعة عليها خارجيًّا، بل إن صلابة البوليمرات القابلة بشدة للضبط يمكن استخدامها لصناعة مواد بنطاق واسع من الصلابة.

وتحاكي بوليمرات كووير وزملائه بشكل وثيق تلك الموجودة في الخيوط الوسيطة (الشكل 1)، وهي فئة بوليمرات داخل الخلايا ضرورية لالتصاق وارتحال الخلايا والحفاظ على شكل الخلية[4]. وسيكون من المثير الوقوف على ما إذا كان منهج الباحثين أم المناهج الأخرى لصناعة بوليمرات شبه مرنة هو ما يمكن توسيع نطاقه لصناعة محاكاة تخليقية للحمض النووي (DNA)، وخيوط الأكتين، والأنابيب الدقيقة. التحدي الآخر هو إيجاد طريقة لإضافة مكونات فعالة ميكانيكيًّا وكيميائيًّا[5] ـ أي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية ـ إلى البوليمر. وسيمكِّن هذا من تصنيع خيوط، بحيث تُظهر سلوك بلمرة غريبًا، مثل خاصية طاحونة الدوس أو treadmilling (حيث تنمو إحدى نهايتي الخيط، بينما تنكمش نهايته الأخرى)، أو تلك التي تُؤدي إلى انعدام الاستقرار الديناميكي أو الروابط العابرة (crosslinks)، لتكوين أساس محرك جزيئي.

إنّ القدرة على بناء مواد لينة «نشطة» تستجيب للإشارات الخارجية الكيميائية والميكانيكية ستوفر فرصًا بمجالي فيزياء المواد المكثفة وعلم المواد لسنوات قادمة. ومثل تلك المواد يمكن أن تسمح ببناء خلايا اصطناعية وأنسجة أكثر مضاهاة فسيولوجيًّا ـ من المواد المتاحة حاليًّا ـ لنظيراتها الموجودة لدى البشر، بحيث يمكن استخدامها في الجيل القادم من تقنيات المواد الموصلة للعقاقير وتقنيات هندسة الأنسجة. ويمكن للمواد اللينة النشطة أن تغير طريقة تفاعلنا مع العالم المادي، بصياغة عناصر أساسية لمواد وآلات طيِّعة وعالية الاستجابة. لذلك.. تمثل بوليمرات كووير وزملائه خطوة مثيرة في هذه الاتجاهات. ■

مارجريت لايز جارديل بمركز جوردون للعلوم المتكاملة، قسم الفيزياء، جامعة شيكاغو، إلينوي، الولايات المتحدة.
بريد إلكتروني: gardel@uchicago.edu

1. Fletcher, D. A. & Mullins, R. D. *Nature* **463,** 485–492 (2010).
2. Kouwer, P. H. J. *et al. Nature* **493,** 651–655 (2013).
3. Gardel, M. L. *et al. Meth. Cell Biol.* **89,** 487–519 (2008).
4. Goldman, R. D. *et al. J. Struct. Biol.* **177,** 14–23 (2012).
5. Fletcher, D. A. & Geissler, P. L. *Annu. Rev. Phys. Chem.* **60,** 469–486 (2009).

الطاقة الحيوية

إنتاج الوقود الحيوي من الهوامش

تُبيِّن إحدى الدراسات التحليلية أن الوقود المُصنَّع من النباتات العشبية البرية التي تنمو على أراض غير صالحة حاليًا لزراعة المحاصيل الحقلية يمكن أن يُسهِم في استدامة الهدف الإنتاجي للوقود الحيوي بالولايات المتحدة.

كلاوس بتِرباخ-بال، ورالف كايسه

قامت حكومات أكثر من 35 دولة ـ بما فيها الولايات المتحدة والبرازيل وأعضاء الاتحاد الأوروبي ـ بوضع سياسات تُشجِّع إنتاج الوقود الحيوي واستخدامه[1]. هذا التوجه مدفوع بفعل الرغبة في تقليل الاعتماد على واردات الوقود الأحفوري وتخفيض البصمة البيئية المناخية لاقتصاديات هذه الدول. لكن، يظل مدى استفادة المناخ من استبدال الوقود الأحفوري بالوقود الحيوي موضع خلاف بالغ، بسبب عدم توافر أدلة داحضة تُبيِّن أن الوقود الحيوي بالفعل مرتبط بانبعاثات أقل من غازات الاحتباس الحراري منه مقارنة بالوقود الأحفوري، وذلك إذا أُخذ بعين الاعتبار الدورة الكاملة لانتاج الوقود الحيوي واستخدامه. يشير جيلفاند وزملاؤه[2] إلى نبات عشبي معيّن ينمو على الأراضي «الهامشية» غير الصالحة حاليا للزراعة، ويمكن استخدامه كمحصول لإنتاج الوقود الحيوي، وهو يؤدي كذلك إلى تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل كبير، مقارنةً باستخدام الوقود الأحفوري، بل وينافس المنافع المستفادة من زراعة محاصيل الوقود الحيوي التقليدية، مثل الذرة الصفراء.

ولَدَى تقييم المنافع المناخية المحتملة للوقود الحيوي، من الضروري تقدير نتائج استخدامات الأرض والسماد المستخدم في زراعة محاصيل الوقود الحيوي[3,4]، خصوصًا أي تغيرات في كمية الكربون للنظام الإيكولوجي المتأثر بهذه الزراعة، وأي تغيير في انبعاثات أكسيد النيتروز، وهو غاز احتباس شديد التأثير، تنتجه بكتيريا التربة. كذلك من الضروري تحديد ما إذا كانت زراعة محاصيل الوقود الحيوي تُشكِّل تهديدًا للتنوع الحيوي المحلي، أم لدورة الماء والمغذيات[5].

وإضافة إلى ذلك.. لمّا كانت محاصيل الوقود الحيوي تُزرع حاليا في الأغلب على أراضٍ زراعية خصبة، فقد أُثير السؤال حول إمكان إنتاج كميات مفيدة من الوقود الحيوي من دون تهديد إنتاج الغذاء. وقد أُطلق على التضارب الناجم عن ذلك مصطلح «المعضلة الثلاثية: الغذاء، والطاقة، والبيئة»[6]. لذا.. كي يتقبل المجتمع ذلك، يجب أن يُبيِّن أن استراتيجيات الوقود الحيوي تُقلِّل بشكل كبير انبعاثات غازات الاحتباس، دون تهديد إنتاج الغذاء وعلف الحيوانات بفعل التنافس على استخدام الأراضي، وأنها ذات تأثير متدنٍّ على البيئة.

قارن جيلفاند وآخرون محصول الوقود الحيوي، وانبعاثات غازات الدفيئة، والتغيّر في محتوى الكربون في التربة، والطاقة المستهلكة في العمليات الحقلية بين ستة أنظمة من أنظمة محاصيل الوقود الحيوي في الغرب الأمريكي الأوسط خلال 20 سنة. ومن ثم استخدموا هذه البيانات في تقييم صارم للدورة الكاملة للمنافع المناخية لهذه الأنظمة المختلفة. ولما كانت هذه الدراسة قائمة على بيانات ممتدة عبر مدى طويل، فإنها أول تحليل مُقنع لأثر أنظمة إنتاج الوقود الحيوي على الاحترار العالمي. وعلى النقيض من ذلك، اعتمدت الدراسات السابقة إما على النماذج، أو الدراسات قصيرة الأمد لعدد أقل من الأنظمة.

ويُبيِّن المؤلفون أن جميع أنظمة محاصيل الوقود الحيوي المُمحَّصة في الدراسة هي محض بالوعات لثاني أكسيد الكربون الجوي، إذا ما أُدرج في التحليل خفض



الشكل 1 | محاصيل الوقود الحيوي البرية. ذكر جيلفاند ورفاقه[2] أن النباتات العشبية البرية المتعاقبة ـ مثل تلك التي في هذه الصورة ـ هي محاصيل فعالة لإنتاج الوقود الحيوي، وقادرة على تخفيف أضرار غازات الاحتباس بقدرةٍ تنافِس قدرات المحاصيل التقليدية للوقود الحيوي.

حصص الانبعاثات الناجم عن خفض استخدام الوقود الأحفوري. وهذه الحصص تساوي مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المحتمل تجنبها عند استخدام الوقود الحيوي بدلًا من الوقود الأحفوري، مع الأخذ في الاعتبار انبعاثات إنتاج الوقود الأحفوري وعمليات حرقه[7]. والمفاجئ أن الباحثين وجدوا أن تخفيف انبعاثات غازات الاحتباس الناجمة عن النبات العشبي البري والموسمي (الشكل 1) ـ خصوصًا النباتات البرية المتعاقبة بالأراضي الهامشية، كالحقول المهجورة ضئيلة الإنتاج ـ كان أكبر كثيرًا من المحاصيل المزروعة بقصد تخفيف الاحتباس، بما في ذلك الذرة الصفراء، وشجر الحور، ونبات البرسيم الحجازي (الفُصّة)، ودورة محاصيل الذرة-فول الصويا-القمح، وأن حجم الطاقة المنتجة كان مماثلًا. وبالإضافة إلى ذلك.. بيّن جيلفاند ورفاقه أن المستويات المعتدلة من السماد النيتروجيني قد تُحسّن إنتاج نظام النباتات البرية بحوالي 50%، وفي مقابل زيادة ضئيلة في انبعاثات أكسيد النيتروز.

وتمتاز منظومات التتابع النباتي الفطري على بقية محاصيل الوقود الحيوي بميزة كبيرة، هي أنها منتجة رغم القيود التقليدية للتربة والمناخ في أراض الهوامش. وهذا يعني أن الأراضي الهامشية يمكن أن تكون بديلاً ممكنًا لحقول المحاصيل الخصبة في إنتاج الوقود الحيوي؛ مما سيكون مفيدًا للغاية، نظرًا إلى محدودية الموارد الأرضية[8,9].

ولاستكشاف التأثيرات الإقليمية لدراستهم، استخدم جيلفاند ورفاقه مقاربةً حسابية لتحديد الأراضي الهامشية الصالحة لإنتاج الوقود الحيوي عبر عشر ولايات في الغرب الأوسط الأمريكي. وتحديدًا، استخدموا معلومات من قاعدة بيانات جغرافية في نموذج بيولوجي جيولوجي كيميائي (biogeochemical) لتقييم تأثيرات التربة والمناخ على حصيلة الوقود الحيوي.

وأحد القيود على إنتاج الوقود الحيوي هو الحاجة إلى تقليل الطاقة المستهلكة في جمع ونقل المحصول لأقصى حد ممكن. وقد بيّن جيلفاند وزملاؤه أنه نظرًا إلى توزيع الأراضي الهامشية في الغرب الأوسط من الولايات المتحدة، فإن الإنتاج المثالي للوقود الحيوي سيتحقق إذا كانت الكتلة الحيوية قد جُمعت من منطقة، قطرها ثمانون كيلومترًا، تتمركز حول مصافي التكرير. وقد تُنتج استراتيجية إنتاج مثل هذه حوالي 21 مليار لتر إيثانول سنويًّا من 11 مليون هكتار من الأراضي الهامشية. وهذا يعادل حوالي 25% من الهدف الذي يستوجبه برنامج الكتلة الحيوية الذي وضعته إدارة الطاقة بالولايات المتحدة لإنتاج الوقود الحيوي من السليلوز بحلول 2022 (الوقود الحيوي السليلوزي هو ذلك الوقود المنتج من السليلوز الخشبي، وهو مكوِّنٌ رئيس بالخشب والأعشاب). يعادل ذلك وقودًا أحفوريًّا متوقعًا، ينتج نحو 40 تيراجرامًا من حصص ثاني أكسيد الكربون سنويًّا (تيراجرام هي 1210جرامات أو مليون طن) ما يكافئ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من 10 ملايين سيارة متوسطة الحجم، كل منها تقطع 20 ألف كيلومتر سنويًّا.

إذن، هل سيكون الوقود الحيوي المنتج من التعاقب النباتي الفطري للمحاصيل أمرًا طيبًا؟ قد لا يكون الأمر كذلك. فدراسة جيلفاند وزملائه لا تجيب بوضوح على السؤال حول إمكان استخدام جميع الأراضي الهامشية الملائمة لإنتاج الوقود الحيوي، دون الإضرار بالتنوع البيولوجي والبيئة. وإضافة إلى ذلك.. فالأرض غير المزروعة اليوم قد نكون بحاجة إليها في المستقبل للإنتاج الزراعي؛ تلبية لاحتياجات العدد المتزايد لسكان العالم.

كذلك تطرح الدراسة سؤالًا آخر بخصوص معالجة أضرار

غازات الاحتباس. فبالنسبة لأنظمة محاصيل الوقود الحيوي موضع النظر، وجد المؤلفون أنه فيما عدا خفض حصص الانبعاثات الناجمة عن الوقود الأحفوري، فإن زيادة مخزون التربة من الكربون هو الدافع الرئيس للمنافع المناخية، لكن معدل زيادة مخزون التربة من الكربون سيقل مع الوقت، بحيث سيصل المخزون إلى حالة التعادل خلال بضعة عقود[10]. لذا.. يبدو أن تقييمًا شاملًا للتأثير طويل المدى على المناخ للوقود الحيوي سيتطلب تقييمًا كميًّا لاحتمالات تخزين الكربون في التربة عبر المساحة والزمن. ■

كلاوس بترباخ-بال، ورالف كايسه يعملان بمركز الأرصاد الجوية والمناخ، قسم أبحاث المناخ البيئة، معهد كارلزروه للتكنولوجيا، جارميش ـ بارتينكيرشن بألمانيا. ويعمل **كلاوس بترباخ-بال** بالمعهد الدولي لأبحاث الماشية في نيروبي، كينيا.

البريد الإلكتروني: klaus.butterbach-bahl@kit.edu; ralf.kiese@kit.edu

1. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2011–2020*. Ch. 3 (OECD/FAO, 2012).
2. Gelfand, I. *et al. Nature* **493,** 514–517 (2013).
3. Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. & Hawthorne, P. *Science* **319,** 1235–1238 (2008).
4. Smith, K. A., Mosier, A. R., Crutzen, P. A. & Winiwarter, W. *Phil. Trans. R. Soc. B* **367,** 1169–1174 (2012).
5. Dominguez-Faus, R., Powers, S. E., Burken, J. G. & Alvarez, P. J. *Environ. Sci. Technol.* **43,** 3005–3010 (2009).
6. Tilman, D. *et al. Science* **325,** 270–271 (2009).
7. Gelfand, I. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108,** 13864–13869 (2011).
8. Kang, S. *et al. Land Use Policy* **30,** 106–113 (2013).
9. Werner, C. *et al. Glob. Change Biol. Bioenergy* **4,** 642–653 (2012).
10. Lal, R. *Science* **304,** 1623–1627 (2004).

علوم الأرض

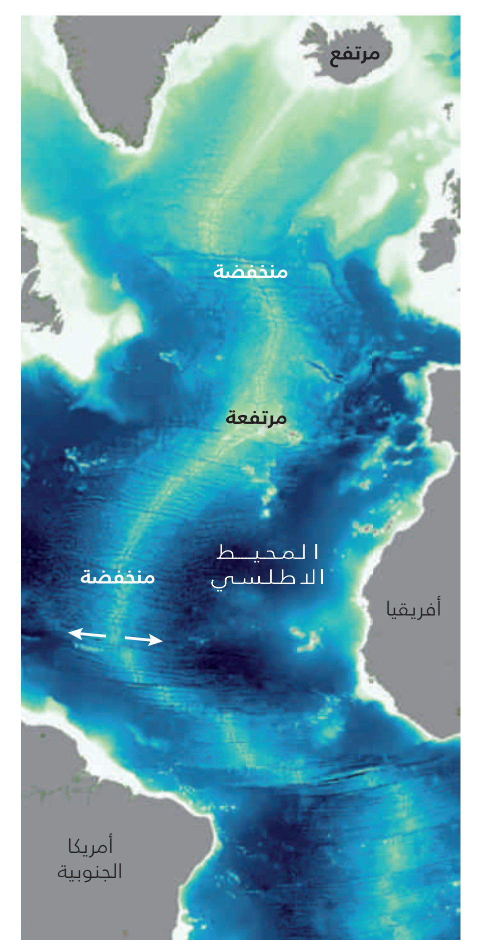
الصهارة المفقودة بين الاختلافات الحرارية والتركيبية

هناك تحليل جيولوجي مفصل لِحَيْدٍ بالمحيط الهندي، يرى أن اختلافات بتركيب وشاح الأرض، لها دور حاسم مفاجئ في نتوء الحدبات بالأعماق على امتداد الحيد.

جون ماكلينان

لطالما افتتن العلماء بشكل قاع البحر؛ فكثيرون فضوليون يتطلعون إلى معرفة ما تبوح به ندب وانتفاخات أديم الأرض الصلب الخارجي عمّا في باطن كوكبنا. فحيود منتصف المحيط، حيث تتباعد الصفائح التكتونية، تعلوها سلسلة براكين تحيط بالكرة الأرضية. والسائد بين علماء الأرض هو أن الاختلاف في عمق هذه الحيود تحكمه درجة حرارة الوشاح[1-5] تحته. ففي أماكن ترتفع حيودها إلى المياه الضحلة، كما هو الحال حول أيسلندا، يُعتقد بأن حرارة الوشاح عالية فوق المعتاد. ومع ذلك.. يتحدى چاو، وديك[6] نموذج الأصل الحراري الخالص لهذا التباين. فهما يحاججان بأن هذه النتوءات بامتداد حيود منتصف المحيط تتعلق بالتدرجات التكوينية في الوشاح الأرضي تحتها، التي ربما تكون من مخلفات انصهارات عملاقة، وقعت خلال تفكك قارات عظمى. وإذا صح تأويل الباحثَين لمشاهداتهما الجيولوجية لحيد بالمحيط الهندي، فسيكون لعملهما تداعيات مهمة بالنسبة إلى فهمنا للوشاح.

إنّ جيوفيزياء «الأريكة» حاليًا واقع مريح: إذ يمكن أن يجوب أحدهم المحيطات على حاسوب محمول. وباستخدام برنامج «جوجل إيرث» تستطيع أن ترى حيد منتصف الأطلسي، يجري متسلسلًا من الشمال إلى الجنوب، متتبعًا تقريبًا هوامش القارات التي يفصل بينها (الشكل 1). ترتفع صخور الوشاح وتنصهر بزوال الضغط عنها استجابة لانفصال الألواح البطيء عند هذا الحيد وغيره من الحيود المنتشرة الأخرى. وترتفع الصخور المنصهرة نحو السطح، مؤججة اندلاعات بركانية على الحيود، وتتصلب لتكوين قشرة محيطية جديدة. وأهمية هذه العملية ضخمة؛ فأكثر من ثلثي سطح الأرض الصلب نشأ بهذه الطريقة.



الشكل 1 | أعماق قاع المحيط الأطلسي. تشير الأسهم البيضاء إلى تباعد الألواح التكتونية على أيٍّ من جانبي حيد منتصف المحيط الأطلسي. وعمق الحيد تحت مستوى سطح البحر يتباين بشكل ملموس، من أقاليم عالية (مرتفعة) قريبة من جزر أزور وأيسلندا، وامتدادات عميقة فيما بينها (منخفضة). وبرغم أن هذه الاختلافات في عمق الحيد عادةً ما تفسر في ضوء اختلافات درجة حرارة الوشاح تحتها، فإن چاو، وديك[6] يطرحان أن مرتفعًا مماثلًا في المحيط الهندي نجم عن حالات شذوذ تركيبية في باطن الأرض. (أعد الخريطة[9] Generic Mapping Tools، باستخدام بيانات الأعماق[10] ETOPO2v2، وموضع حيد منتصف المحيط الأطلسي بواسطة برنامج[11] GPlates).

وإذا ركزت بصرك على خريطة المحيط الأطلسي عند منتصف المسافة بين فرنسا ونيوفاوندلاند، سوف ترى الماء عميقًا فوق الحيد (3 كيلومترات أو أكثر). وإذا تتبعت الحيد لنحو 1000 كيلومتر شمالًا، سترى حدود اللوح آخذة في الضحالة تدريجيًّا حتى تصل إلى أيسلندا، حيث يرتفع فوق الأمواج. وهذا التباين في عمق الحيد ـ بتدرجاته المنحدرة من أعلى إلى أسفل بامتداد آلاف الكيلومترات ـ لا يقتصر على المحيط الأطلسي، بل توجد أيضًا أمثلة بارزة بالقرب من جزر جالاباجوس بالمحيط الهادئ، وعلى الحيد بين مدغشقر والقارة القطبية الجنوبية بالمحيط الهندي. وهذا الحيد الأخير، يسمى «مرتفع ماريون»، نسبةً إلى المستكشف الفرنسي مارك جوزيف ماريون دو فريسن، وهو محور الدراسة التي أجراها چاو، وديك[6].

وتُعد اختلافات كثافة الوشاح لازمة لدعم نتوءات الأعماق راسخةً كمرتفع ماريون. وقد ساد مفهوم أن هذه الاختلافات حرارية الأصل في أواخر ثمانينات القرن العشرين، عندما وجدت مسوح عالمية ارتباطات لافتة بين كل من عمق حيود منتصف المحيط، وسمك القشرة المحيطية، وكيمياء براكين الحيود[4,5]. والإحساس بالارتباط المشاهَد بين عمق حيود منتصف المحيط وسُمْك القشرة المحيطية ـ مع ارتباط القشرة السميكة بالحيود الضحلة ـ يضاهي تنبؤات النماذج، التي يرتفع فيها الوشاح تحت الحيود منتظم التكوين بشكل ما، لكن تتفاوت حرارته بنحو مئتي درجة مئوية لمسافات تمتد إلى آلاف الكيلومترات.

وترتبط درجات الحرارة العالية (ربما تتجاوز 1500 مئوية) بقشرة سميكة ووشاح منخفض الكثافة، لأن مدى انصهار الوشاح محكوم بدرجة الحرارة، وتتصاعد صهارة الانصهار لتشكيل القشرة الأرضية. لقد أقنع نجاح وبساطة هذه النماذج معظم علماء الأرض بدلالة الاختلافات الملحوظة بدرجة حرارة الوشاح، بل إن دراسة كانات وزملائه[7] لمرتفع ماريون وجدت علاقة بين كيمياء الحمم البركانية وعمق الحيد مما يتسق، بشكل لافت، مع توقعات هذه النماذج.

وحُجَّة چاو، وديك الرئيسة هي أن اختلافات درجة الحرارة ليست السبب الوحيد لنتوء مرتفع ماريون. فقد وجد مسح مفصل ـ أجراه الباحثان ـ حالات انكشاف واسعة لصخور الوشاح على الحيد، أي أن القشرة غير موجودة أو رقيقة جدًّا. وتثير الصهارة المفقودة تساؤلات حول الأصل الحراري لمرتفع ماريون، الذي ينبغي أن يرتبط مع[6-3] كيلومترات من القشرة على الحيد[7]. وبسند من استنتاج ضآلة القشرة، خلص چاو وديك إلى أن اختلافات تكوين الوشاح أبقت مرتفع ماريون عاليًا فوق امتدادات الحيد المحيطة. وهذه الآلية الداعمة، التي بموجبها عملت أحداث الانصهار الماضية على توليد بقايا صلبة أقل كثافة من الوشاح التقليدي[8]، يفترض أن تولّد ارتباطًا بين الحيود الضحلة والقشرة الرقيقة. ورغم أن أول طرح لهذه الآلية[8] كان في سبعينات القرن العشرين،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لكنها فقدت حظوتها لاحقًا عندما فشلت في تبرير ما تم رصده بواسطة مسوح عالمية، من علاقات بين سُمْك القشرة وأعماق الحيد[4,5]. وما يثير الاهتمام والفضول، أن چاو وديك خَمَّنا أن كيمياء الوشاح الخفيف استثنائيًا، والداعمة لمرتفع ماريون، قد تكون بقايا صلبة لحدث انصهار هائل، وقع قبل تفكك قارة جُندوانا العظمى، منذ 180 مليون سنة.

وأحد أعظم التحديات العلمية أمام فهمنا لحيود المحيط المغمورة هو صعوبة إنتاج خرائط جيولوجية لهذه المناطق النشطة. لذلك.. فإن استخدام چاو وديك لعينات كثيفة؛ لأجل البرهنة على أن جزءًا واحدًا من مرتفع ماريون الفاقد قشرته نوعًا ما هو مساهمة دالة. ومع ذلك.. كان عمق الماء بهذا الجزء 4 كم، أي أعمق بكيلومتر ونصف من أكثر أجزاء مرتفع ماريون ضحالة[7]. والخطوة الجلية التالية في تمحيص فرضيتهما هي مسح صخور الأجزاء الضحلة من المرتفع. وهناك مصدر آخر لغموض فهمنا لأصل مرتفع ماريون، هو عدم معرفة اختلافات سُمْك القشرة الأرضية على امتداده. ولسوء الحظ، تفسير البيانات السيزمية من أقاليم تبدل الوشاح فيها بشكل واسع، بدوران مياه البحر، يشكل تحديًا كبيرًا. إن مزجًا طموحًا وثمينًا بين الاستكشافات الجيوفيزيائية والحفر العميق لقاع المحيط، رغم ما سبق، سيوفر بيانات رصد أكثر وضوحًا عن الاختلافات الحقيقية بسُمك القشرة الأرضية بامتداد مرتفع ماريون. وبوجود هذه البيانات لدينا، سيصبح ممكنًا تمحيص نموذج چاو وديك، وتحديد إنْ كان الاختلاف الحراري أو التكويني بالوشاح هو العامل المهيمن على أعماق حيود منتصف المحيط، أم لا.

وأحد الجوانب المثيرة للاهتمام والفضول في عمل الباحثين أن يُعتقَد أن الشذوذ المستدل عليه في تكوين الوشاح كان نتيجة انصهار قديم، وقع عندما صعد عمودُ وشاح ساخنٌ بشكل استثنائي تحت قارة جُندوانا العظمى. وبذلك يُطرح شذوذ حراري قديم على أنه أنتج بنية تركيبية حديثة. إن فصل مؤشرات الأحداث القديمة والعمليات الحديثة، لا يزال يمثل تحديًا مفروضًا على العلماء الذين يرغبون في فهم باطن الأرض. ■

جون ماكلينان أستاذ بقسم علوم الأرض، بجامعة كمبريدج. كمبريدج، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: jcm1004@cam.ac.uk

1. Wilson, J. T. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* **258,** 145–167 (1965).
2. Morgan, W. J. *Nature* **230,** 42–43 (1971).
3. Schilling, J.-G. *Nature* **242,** 565–571 (1973).
4. Klein, E. M. & Langmuir, C. H. *J. Geophys. Res.* **92,** 8089–8115 (1987).
5. McKenzie, D. & Bickle, M. J. *J. Petrol.* **29,** 625–679 (1988).
6. Zhou, H. & Dick, H. J. B. *Nature* **494,** 195–200 (2013).
7. Cannat, M. *et al. Geochem. Geophys. Geosyst.* **9,** Q04002 (2008).
8. O'Hara, M. J. *Nature* **253,** 708–710 (1975).
9. Wessel, P. & Smith, W. H. F. *Eos* **79,** 579 (1998).
10. *ETOPO2v2 Global Gridded 2-minute Database* www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo2.html.
11. Williams, S., Müller R. D., Landgrebe, T. C. W. & Whittaker, J. M. *GSA Today* **22,** http://dx.doi.org/10.1130/GSATG139A.1 (2012).

منتدى النقاش علم الوراثة

إعــادة ترتيــب اجتمـــاعي

يبدو أن بعض شغالات النمل الناري تتحمل وجود عدة ملكات في مستعمراتها، لكن بعضها الآخر لا يتحمل إلا ملكة واحدة. وقد تبين أن هذا السلوك خاضع لمجموعة جينات توجد على زوج غير عادي من الصِّبْغِيَّات. فيما يلي، يصف عالمان مغزى هذه النتائج بالنسبة إلى مجالات التطور الاجتماعي والوراثة، وما يتبعه.

الموضوع باختصار

- يخضع الشكلان الاجتماعيان للنمل الناري لسيطرة الجينات ويتبعان نمط الوراثة المندلية المرتبطة بأشكال متغايرة من جين واحد، Gp-9.
- أظهر وانج وزملاؤه مؤخرًا[1] أن Gp-9 يوجد ضمن تجمع جيني وحيد، يحتوي على جينات متعددة.
- يقع هذا السوبر جين على زوج صِبْغِيَّات متغاير الشكل، يختلف في تسلسله وبنيانه، بطريقة مشابهة للصِبغِيَّين الجنسيين X، وY.
- يتم كبت إعادة الاتحاد (أي خلط جزيء الحمض النووي بين أزواج الصِّبْغِيَّات أثناء الاستنساخ الخلوي) بمنطقة تحتوي على أكثر من نصف الجينات على هذا الزوج من الصِّبْغِيَّات.

جينات وملكات

أندرو ف. ج. بورك

في يوم مشهود من أوائل ثلاثينات القرن الماضي، رست سفينة تقلّ مسافرين متسللين في موبيل، بألاباما. كان على متن السفينة مجموعة من النمل الناري (*Solenopsis invicita*)، انتقلت بشكل غير متعمَّد من موطنها الأصلي بأمريكا الجنوبية. ومنذ ذلك الحين، أصبح النمل الناري حشرة غازية سيئة السمعة، تترك لسعات مؤلمة، وتعوق الزراعة، وتضر بالحيوانات أصليّة الموطِن بمساحات واسعة من الجنوب الأمريكي، وتمكنت مؤخرًا من الوصول إلى أستراليا والصين[2]. وقد شكلت واحدة من أفضل المواد لدراسة الأساس الجيني للسلوك الاجتماعي[3,4]. وتظهر دراسة وانج وزملائه ـ المثيرة للإعجاب ـ أن جينوم النمل الناري يحمل حمولته السِّرِّيَّة الخاصة به، وهو أول سوبر جين (مورث فائق) معروف بارتباطه بالبِنَى الاجتماعية المتغيرة ضمن أي نوع من المملكة الحيوانية.

وكغيره الكثير من أنواع النمل، يعيش النمل الناري ضمن شكلين اجتماعيين (الشكل 1). مستعمرات وحيدة الملكة، أو مستعمرات متعددة الملكات. وتتميز ملكات المستعمرات الوحيدة الملكة بأنها أكبر حجمًا وأكثر خصوبة من ملكات المستعمرات متعددة الملكات. ويرتبط تعدد أشكال مجتمعات النمل الناري بتغاير في موقع أو مكان صِبْغِيّ واحد يحتوي الجين Gp-9 الذي يشفّر بروتينا مقيدًا للرائحة[3,4]. وهذان الشكلان من الجين، الأليلان B وb، يتوقعان نوع المستعمرة من خلال التأثير على نوع سلوك شغالات النمل. فالنمل العامل الذي يحمل النمط الوراثي BB يعيش تحت ملكة واحد فقط، في حين أن النمل العامل الذي يحمل النمط الوراثي bB يقبل تعدد الملكات، لكن فقط إذا كانت هذه الملكات تحمل النمط الوراثي Bb. ويرجع هذا إلى إمكانية تعرّف شغالات النمل bB بشكل مثير للدهشة على الملكات التي تحمل النمط الوراثي BB، حيث تقتلها عندما تجدها.

ونتيجة هذه السلوكيات هي وجود الأليل B في شكلي المستعمرات، بينما يوجد الأليل b في المستعمرات متعددة الملكات فقط. ونظرًا إلى أن شغالات النمل الحامل للنمط الوراثي Bb تقضي على كافة الملكات التي لا تحمل الأليل b، فإن هذا الأليل يتصرف كجين «اللحية الخضراء» ذاتي التعزيز (الجين الذي يسمح لحامليه بالتمييز السلوكي بين أقرانهم من حاملي هذا الجين، واعتبار غيرهم من غير حامليه متطفلين دخلاء)[5]. ومع ذلك.. فإن الأليل b لا ينتشر دون ضابط، لأنه في تحوّل نهائي، أليل صاغر مميت. ولحاملي النمط الوراثي bb، يؤدي الأليل b إلى الوفاة المبكرة.

ويتطلب التطور الاجتماعي ـ أي تطور السلوكيات التي تؤدي إلى تأثيرات تتجاوز الفرد ـ تنوعًا جينيًّا للتأثير على السلوك الاجتماعي، بحيث يتاح للانتقاء الطبيعي أن يؤدي دورًا. يظهر نظام Gp-9 في الواقع، أن السمة الاجتماعية متعددة الجوانب يمكن أن تخضع للتأثيرات الوراثية، لكن كيف يمكن لجين وحيد أن تكون له هذه التأثيرات الواسعة؟ باستخدام فك متتابعات التسلسل الجيني للجيل المقبل وغيره من أساليب الجينوم المتقدمة، أكد وانج وزملاؤه شكوكهم السابقة التي تذهب إلى أن Gp-9 يقبع ضمن سوبر جين يحتوي أيضًا على معظم الجينات الأخرى التي يتم التعبير عنها بشكل تفاضلي بين شكلي المستعمرات. لذا.. يرجّح وجود مواقع أخرى من بين أكثر من 600 من الجينات الموجودة في المورثة الممتازة، إلى جانب Gp-9، تسهم في التمييز بين المستعمرات وحيدة الملكة، والمستعمرات متعددة الملكات، لكن السوبر جين يعمل باعتباره موقعًا وحيدًا، لأن إعادة جمع نوعي الأليل B وbg غير متاحة (انظر «أسرار الصِّبْغِي» أدناه).

ووفقًا لتقدير وانج وزملائه، ظهر السوبر جين منذ 390 ألف سنة، أي بعد ظهور نوع النمل الناري بكثير. ويُذكر أن هناك أنواعًا أخرى من النمل تعيش بنمطي الملكة الواحدة والملكات المتعددة، لكنها لا تحتاج إلى أنْ تتشارك أساسًا جينيًّا متشابهًا، لأنه غالبًا ما يتم قبول ملكات جديدة في هذه الأنواع، إذا كانت هناك قرابة بينها، مما يشير إلى عدم توقف القبول على تشابهها بموقع واحد فقط. لذا.. يبدو أن Gp-9 هو ترتيب ثانوي برز بعد تطور تعدّد الملكات، في فترة متأخرة جدًّا عن المجتمعات رفيعة التنظيم (مجتمعات مؤلفة من طائفة الشغالات). وتنطوي السمات المركبة الأخرى ـ بما فيها الناشئة من عناصر وراثية ذاتية التعزيز[6] (يشكّل الفأر t من النمط الفردي مثالًا جيدًا لها) ـ أيضا على مناطق وحيدة غير قابلة للتركيب، ومتعددة المنشأ. وباستعمال الأدوات الحديثة؛ لتسليط الضوء على المناطق المظلمة من الجينوم النووي، أظهر وانج وزملاؤه أن السوبر جينات يمكنها دعم كلٍّ من السلوك الاجتماعي والبِنَى الاجتماعية.

أندرو ف. ج. بورك من مدرسة العلوم البيولوجية، بجامعة إيست أنجليا، نورويتش ريسيرتش بارك، نورويتشNR4 7TJ ، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: a.bourke@uea.ac.uk



ALEX WILD/VISUALS UNLIMITED, INC./SPL

الشكل 1 | النمل الناري والملكة. كشف التحليل الجيني الذي أجراه وانج وزملاؤه[1] للنمل الناري عن وجود زوج من «الصِّبْغِيّات الاجتماعية» التي تحتوي على منطقة لا تحدث فيها إعادة الارتباط، والتي من المتوقع أن تشفّر عديدًا من السمات الاجتماعية التي تحدد البنية الاجتماعية لهذا النوع من النمل. إن التشابه بين هذه الصِّبْغِيّات، والصِّبْغِيّات الجنسية، قد يساعدنا على فهم كيفية تطور الصِّبْغِيّ Y.

أسرار الصِّبْغِيّ

جوديث إ. مانك

قد يصعب للوهلة الأولى معرفة الدلائل التي يمكن لسلوك النمل الناري أن يقدمها، إنْ وُجِدت، وتتعلق بتطور صِبْغيات الجنس. ومع ذلك.. تُظْهِر دراسة وانج وزملائه أن الاختلافات السلوكية لدى النمل خاضعة لمجموعة من الجينات التي تترابط فيما بينها على «الصِّبْغِيات الاجتماعية» التي تشبه في نواح كثيرة الصِّبْغِيات الجنسية: X وY. وإضافة إلى ذلك.. تقدم الصِّبْغِيات الاجتماعية للنمل الناري أدلة مثيرة للاهتمام عن الطريقة الأوليّة لتشكل صِبْغِياتY.

وصِبْغِيات Y غريبة وغامضة. ورغم كونها مماثلة مبدئيًّا لشريكتها صِبْغِيات X، لكنها تتباين عنها عندما يتوقف الجمع بين الصِّبْغِيين. ونظرًا إلى أن صِبْغِي Y يرتبط دوما بصِبْغِي X، فالتوقف عن الجمع بينهما يعني عمليا توقف صِبْغِي Y عن الارتباط نهائيًّا، برغم استمرار صِبْغِي X بالارتباط بصِبْغِي X آخر لدى الإناث. وهذا الأمر هو سبب كافة مشاكل صِبْغِي Y، كالاضمحلال الوظيفي الجيني، وتراكم الحمض النووي التكراري.

وبرغم أن الصِّبْغِيّات الجنسية شكّلت مواد قيّمة للهواجس العلمية طيلة عقود من الزمن، إلا أننا ما زلنا لا ندرك كيف يمكن كبح الارتباط بين الصِّبْغِيَّين: X، و Y. بالطبع هناك نظريات في هذا الأمر، وأكثرها قبولًا يقترح أن الانقلابات التي يتعرّض لها صِبْغِيY وتتعرض منطقة معينة منها للانقلاب التام من كلتا نهايتيها، هي التي يتم اختيارها لتشمل كلا من الجين المحدِّد للجنس الذكري، وجين آخر قريب منه يحمل مزايا ذكرية نوعية[7]. وهذه التغيرات المفيدة تضمن أن هذه الجينات ستنتقل كوحدة واحدة ـ سوبر جين «ذكري» ـ من الأب إلى ابنه، لأن الانقلابات لا يمكنها الاقتران (كأزواج) بشكل صحيح أثناء الانقسام. ولذا.. تتوقف إعادة التركيب (الجمع) بالمنطقة المنقلبة بين الصِّبْغِيَّين Y، وX. ومع الوقت، يصبح ممكنًا نظريًّا أن تشمل سلسلة انقلابات صِبْغِي Y بأكمله.

هناك دليل ظرفي يدعم هذا النموذج، وهو ما يعرف بوجود «طبقات» ضمن الصِّبْغِيات الجنسية التي تبدو مستجيبة لحوادث انقلابية معينة[8]. و على أي حال، ثبتت الصعوبة الفائقة في تحديد الأليلات التي تحمل مزايا نوعية خاصة بالجنس. وبدون ذلك.. يبدو العثور على دليل مباشر لنظرية الانقلاب الخاصة بتطور الصِّبْغِي الجنسي مستحيلًا.

دخول عالم النمل الناري: كان معروفًا سابقًا أن أنماطه الاجتماعية وحيدة الملكة ومتعددة الملكات تتناسب مع حالة الأليل الموجود ضمن موقع Gp-9، لكن هذه الأشكال الاجتماعية تأتي ضمن تجمع للاختلافات الاجتماعية والتاريخية. ولذا.. من المحتمل أن يكون للجينات الأخرى دور في الأمر. وهذا يطرح تساؤلًا عن الطريقة التي يمكن بها للأليلات في جينات متعددة أن تنتقل كوحدة واحدة مع Gp-9. لقد أظهر وانج وزملاؤه أن هذا الأمر يمكن إنجازه عن طريق انقلاب كبير واحد على الأقل على الصِّبْغِي الذي يشمل موقع Gp-9، إضافة إلى معظم الجينات الأخرى التي تبدي اختلافات تعبيرية بين الأنماط الاجتماعية. فقد أدى الانقلاب إلى إحداث تأثير، تَمَثَّل في تكوين زوج من الصِّبْغِيات الاجتماعية. ويمنع هذا الانقلاب إعادة اتحاد أنماط B و b من الصِّبْغِيات الاجتماعية، بطريقة تشبه كثيرًا الطريقة التي نعتقد أن الانقلابات قد تمنع بها إعادة الاتحاد بين الصِّبْغِيَّين: X وY. كما أنها تسمح بانتقال السوبر الجين المشفِّر للبنية الاجتماعية متعددة الملكات، المضاهية مباشرة للسوبر جين الموجود على صِبْغِي Y.

إن حقيقة عدم تمكُّن أفراد النمل حامل النمط الوراثي bb من الحياة لفترة تتيح للأفراد التناسل تعني أن الصِّبْغِي الاجتماعي b يقترن دومًا بالصِّبْغِيB، بما يشبه كثيرًا الصِّبْغِيات الجنسية. ومرة أخرى، كما هو حال ارتباط الصِّبْغِيين الجنسيين X، وY، فعندما تتوقف إعادة اتحاد الصِّبْغِيين B، وb، فإن صِبْغِيb يتوقف نهائيًّا عن الارتباط ضمن الانقلاب. والمثير للاهتمام أن صِبْغِيb يظهر عدة صفات لوحظت أيضًا في صِبْغِي Y، ومنها تجمُّع العناصر التكرارية، واضمحلال وظائف الجين. ولذا.. يبدو أن بوسع سلوك النمل أن يخبرنا بالكثير عن تطور الصِّبْغِيّات الجنسية. ■

جوديث إي. مانك من قسم علم الوراثة والتطور والبيئة، بكلية لندن الجامعية، لندن، WC1E 6BT، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: Judith.mank@ucl.ac.uk

1. Wang, J. *et al. Nature* **493,** 664–668 (2013).
2. Ascunce, M. S. *et al. Science* **331,** 1066–1068 (2011).
3. Krieger, M. J. B. & Ross, K. G. *Science* **295,** 328–332 (2002).
4. Gotzek, D. & Ross, K. G. *Q. Rev. Biol.* **82,** 201–226 (2007).
5. Keller, L. & Ross, K. G. *Nature* **394,** 573–575 (1998).
6. Burt, A. & Trivers, R. *Genes in Conflict: The Biology of Selfish Genetic Elements* (Harvard Univ. Press, 2006).
7. Charlesworth, D., Charlesworth, B. & Marais, G. *Heredity* **95,** 118–128 (2005).
8. Lahn, B. T. & Page, D. C. *Science* **286,** 964–967 (1999).



حيث
تنمو
المعرفة

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 24 يناير 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 24 يناير من مجلة نيتشر الدولية.

الفسيولوجيا الجزيئية

إنزيمات «TET2» تسهِّل تعديل الهستون

تحفِّز الإنزيمات من عائلة «TET2» أكسدة 5-ميثيلسايتوزين (5mC) من الحمض النووي إلى مشتقات، مثل 5-هيدروكسيميثيل السيتوزين (5hmC)، ويمكن أن تؤثر على التعبير الجيني. وهنا، يوضح شياوتشون يو وزملاؤه أن إنزيمات «TET2» ترافق إنزيم N- أسيتيل الجلوكوزامين ترانسفيراز (OGT) المرتبط بـ O، وهو الإنزيم الذي يحفز أسيلة «O-GlcN»، ويوجد اثنان من البروتينات في وقت واحد بمواقع بدء النسخ. وتسهِّل «TET2» نشاط «OGT» في أسيلة «O-GlcN» لهستون «H2B»، وهو علامة هستون مرتبطة بالجينات النشطة. وبالتالي، يمكن أن يكون لإنزيمات «TET2» تأثير على تعديلات الهستون، وكذلك تعديلات الحمض النووي، التي قد تكون مهمةً في تنظيم النسخ.

TET2 promotes histone O-GlcNAcylation during gene transcription

Q Chen *et al*

doi:10.1038/nature11742

المناعة

الدور المناعي الواقي لخلايا الرئة

المعلوم أن الخلايا الظهارية في المَسار الهوائي تعمل على تنشيط الاستجابات المناعية عند التعرض للمُسْتَضدَّات المستنشقة. وقد أظهر كودي رافيفشاندَران وزملاؤه مؤخرًا أنها تلعب أيضًا دورًا مهمًّا في التوازن المناعي بتلطيف عملية تنشيط جهاز المناعة، من خلال إزَالَة الخلايا الميتة، وإفراز السيتوكاينات (بروتينات جائلة تنشِّط الجهاز المناعي) المضادة للالتهابات. وتعتمد هذه الوظائف على «GTPAse Rac1». وتنتج الخلايا الظهارية المُنَشَّطة المفتقرة إلى «Rac1» قدرًا أقل من «سيتوكاين انترلوكين-10» المُضادّ للالْتِهاب، وتعبر مستويات أعلى من «إنترلوكين-33»، مما يربط عددًا أكبر من الخلايا الليمفاوية الفطرية والتهاب المسار الهوائي المعزز، استجابةً لمسببات الحساسية المُستنشَقة. ويشير هذا العمل أيضًا إلى أنه بصرف النظر عن الحاجز المادي، قد تكون البلعمة (التهام خلايا البلاعم للبكتيريا والأجسام الغريبة) في الشُّعَب الهوائية جزءًا من خط إضافي من الحماية المناعية ضد المستضدات الحميدة.

Apoptotic cell clearance by bronchial epithelial cells critically influences airway inflammation

I Juncadella *et al*

doi:10.1038/nature11714

علم المناخ

سجل مفصَّل لمناخ عصر إيميان

يفقد الغطاء الجليدي كتلته في جرينلاند، ويسهم بذلك في ارتفاع مستوى سطح البحر، لكن الفهم المنقوص لتغيراته أثناء سنين ما بين العصور الجليدية الأخيرة منذ 130 ألف إلى 115 ألف سنة ـ وتسمى «إيميان» Eemian ـ قد أعاق التوصل إلى توقعات راسخة. ومؤخرًا، أعاد فريقٌ دولي بناءَ سجل مناخ عصر «إيميان» بنجاح من عيِّنة أسطوانية جديدة من لب الجليد، استخرجها فريق مشروع NEEM. ويبين السجل أنه برغم مناخ أكثر دفئًا بثماني درجات مئوية من الألفية الماضية، إلا أن سُمْك لوح الجليد نقص فقط بضع مئات من الأمتار. كذلك، أظهرت عينة الجليد أن ثمة ذوبانًا سطحيًّا كبيرًا شمالي وسط اللوح الجليدي أثناء عصر إيميان، وهي الظروف التي قد نراها قريبا مرة أخرى. كما أظهر ذلك طبقات ذائبة تكونت بموقع مشروع NEEM بواسطة درجات حرارة أكثر دفئًا، تم رصدها فوق جرينلاند في يوليو 2012.

Eemian interglacial reconstructed from a Greenland folded ice core

D Dahl-Jensen *et al*

doi:10.1038/nature11789

فيزياء

المغناطيسية على الحدود

تمت دراسة أنواع مختلفة من المغناطيسات الجزيئية التي تحمل حركة مغزلية محلية عالية كأجهزة محتملة لمعالجة المعلومات وتخزينها، لكن لا يزال التحدي الكبير يكمن في اقترانها إلكترونيًّا بهذه المراكز المغزلية. لقد صمم موديرا وزملاؤه مشتقًّا من الفينالينايل، وهو في الأساس شذرة جرافين، ذات قدرة على العمل كواجهة وسيطة لتبادل معلومات الغزل المغناطيسي في الأجهزة المغزلية الجزيئية. وشذرة الجرافين ذاتها ليس لها غزل صاف، لكن عندما تم إيداعها كطبقة على مغناطيس حديدي، تحولت إلى إنتاج غشاء مغناطيسي جزيئي ضخم. ويمكن معالجة الجزيئات المغناطيسية النانونية الناتجة، أو وحدات (بِتّات) الذاكرة، بمحفزات خارجية. والجهاز الناتج يُبدي مقاومةً مغناطيسية كبيرة غير متوقعة لحوالي 20% قرب درجة حرارة الغرفة.

Interface-engineered templates for molecular spin memory devices

K Raman *et al*

doi:10.1038/nature11719

البيئة/ الكيمياء الحيوية

إنتاج الوقود الحيوي على الهوامش

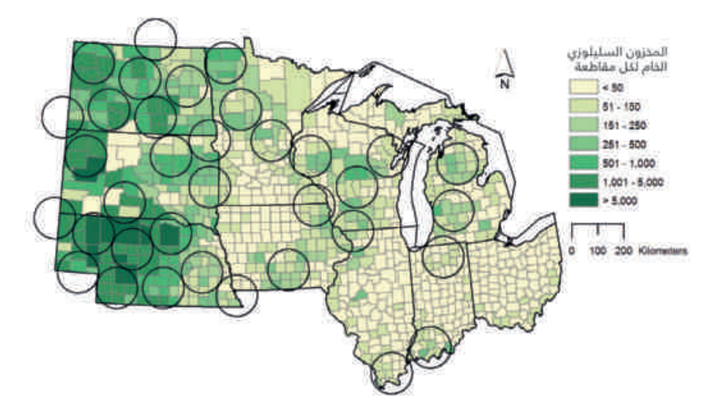
يجري تحويل الأراضي الزراعية المنتجة، التي كان يمكن استغلالها لإنتاج المحاصيل الغذائية التي تشتد الحاجة إليها من أجل إنتاج الإيثانول المستخرَج من الحبوب في أوروبا والولايات المتحدة، كردّ فعل جزئي على التشريعات الحكومية. ويتمثل بديل هذا في زراعة المحاصيل السليلوزية على ما يسمى بالأراضي الهامشية. إن تقييم إمكانات الأراضي الهامشية وسط غربي الولايات المتحدة لإنتاج الوقود الحيوي، مع تخفيف انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة، يبين الآن أن لديها القدرة على إنتاج كمية كبيرة من طاقة الوقود الحيوي، دون دين كربوني ابتداءً، ودون التكاليف غير المباشرة لاستخدام الأراضي ذات الصلة بإنتاج وقود حيوي قائم على حبوب غذائية.

Sustainable bioenergy production from marginal lands in the US Midwest

I Gelfand *et al*

doi:10.1038/nature11811

الشكل أسفله | مناطق تجميع الكتلة الحيوية المحتملة للمصافي السليلوزية الحيوية بعشر ولايات بالغرب الأوسط الأمريكي. كل دائرة تمثل مساحة نصف قطرها 80 كيلومتر ذات موارد كتلة حيوية كافية لإنتاج لا يقل عن 89 مليون لتر من الإيثانول السليلوزي سنويًا، وفق محاكاةٍ كمية للمحاصيل من الاستزراع المتعاقب المُخصَّب على الأراضي الهامشية من غير الغابات بدقة 60م×60م. إجماليات إنتاج الأراضي الهامشية من الكتلة الحيوية على مستوى المقاطعة تظهر بلون أخضر.

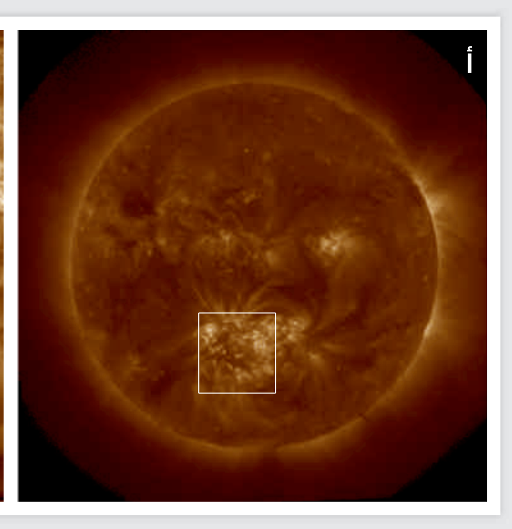


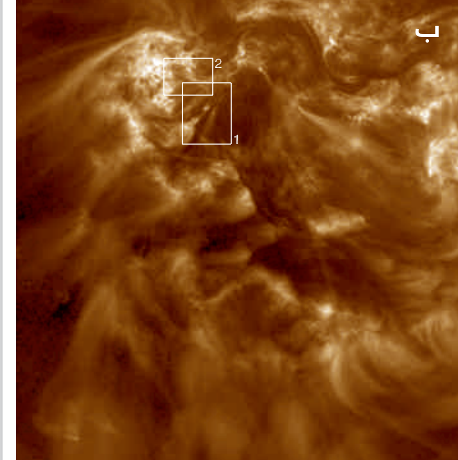
الوراثة الجزيئية

خمود الحمض النووي الريبي التداخلي تكيُّفيًّا

في الخميرة الانشطارية «*Schizosaccharomyces pombe*»، يمكن لجزيء الحمض النووي الريبي التَّداخُلي (RNAi) تعزيز تَجْميع الكروماتين المغاير والخُمود الاسْتِنْساخي لعناصر الحمض النووي «DNA» التكرُّري، كتكرارات القُسَيمِ المركزي (السنتروميرية). كذلك، فإن تدهور آليات انحلال إكسومات الحمْض النووي الريبي يعمل بالتوازي مع الحمض النووي الريبي التداخلي على الكروماتين المُغاير للقُسَيمِ المركزي. وقد استخدم شيڤ جريوال وزملاؤه طفرات إكسومية؛ لإظهار أن الحمض النووي الريبي التداخلي يشارك في إسكات مناطق جينومية أخرى، كجينات التمايز الجنسي، والترانسبوزونات الارتجاعية. إن الحمض النووي الريبي التداخلي، والإكسوم ضروريان للحصول على الإسكات الكامل لهذه المناطق. ويشير هذا العمل إلى أن تكوين الكروماتين المُغاير بواسطة الحمض النووي الريبي التداخلي قد يكون آلية استجابة تكيفية لإسكات المناطق الجينومية تحت ظروف نمو محددة.

RNAi triggered by specialized machinery silences developmental genes and retrotransposons
S Yamanaka *et al*
doi:10.1038/nature11716





فيزياء الفلك

لمحة عن تسخين إكليل شمسي

إن الغلاف الجوي الخارجي للشمس ـ أو الإكليل ـ أكثر سخونة من سطحها بملايين الدرجات. وقد أسفر البحث عن آليات قادرة على نقل الطاقة من باطن الشمس إلى محيطها ـ على مثل هذا النطاق ـ عن ترشيح آليّتين قويتين. في الآلية الأولى، يُعتقد أن تسخينًا موجيًّا يسخن الإكليل إلى 1.5 مليون كلفن. وفي الآلية الثانية، طُرِحت إعادة ربط الجدائل المغناطيسية ونقضها كوسيلة لرفع درجة الحرارة إلى 4 ملايين كلفن. لقد تم تقديم دليل جديد يدعم الآلية الأخيرة بسلسلة صور لمدة خمس دقائق، تم التقاطها بواسطة كاميرا عالية الدقة على متن صاروخ استكشاف. وتكشف الصور عن جَدْل وتضفير على مقياس دقيق لنحو 150 كيلومترًا بمنطقة الإكليل النشطة، والصور متسقة مع إنتاج الطاقة الكافية للتسخين المرصود.

Energy release in the solar corona from spatially resolved magnetic braids
J Cirtain *et al*
doi:10.1038/nature11772

الشكل أعلاه | الشمس ذات المليون ونصف المليون كلفن. **أ**، صورة كاملة للشمس باستبانة قدرها 1 ثانية قوسية التُقِطت متزامنة بواسطة تليسكوبات AIA (11 يوليو 2012، الساعة 18:55 بالتوقيت العالمي) باستخدام نطاق تمرير 193 A˚. مجال الرؤية لتحليل الصاروخ Hi-C يشار إليه بالمربع. **ب**، صورة كاملة في مجال الرؤية للصاروخ Hi-C. المربعان يظهران مواقع لأمثلة تم مناقشتها في المتن وتظهر في الشكل 2 (مربع 1) والشكل 3 (مربع 2).

علم الأعصاب

دور عصبونات سقيفية الدماغ في الاكتئاب

تشارك الخلايا العصبية ـ أو العصبونات الدوبامينية بالمنطقة السقيفية أو البطنية الغِطائيَّة بالدماغ (VTA) ـ في مُعالَجَة ردود فعل الإجهاد، وتتوسط أيضًا في استجابات الكروب. وتوضح ورقتان بحثيّتان من مختبر مِنج هو هان، ومختبر كارل دايسيروث تَأْثِيرات التلاعب بهذه العصبونات تحديدًا على السلوكيات الناجمة عن الكروب. وقد تتبّع هان وزملاؤه التأثيرات الوظيفية لمختلف أنماط النشاط خلال الإِحْباط الاجتماعي، وهي خبرة المرور بكرب شديد. إن معالجة النشاط الطوري ـ غير المُقَوِّي ـ لتجمعات معينة من العصبونات السقيفية يجعل الفئران التي كانت مرنةً سابقًا (في رجوعها إلى نشاطها الطبيعي) عرضة للاكتئاب. وبدوره، فحص تَاي وزملاؤه تأثيرات التلاعب بنشاط العصبونات السقيفية على التأثيرات السلوكية، وتبدُّلات دارات عصبية أحدثها التعرضُ لكروب مزمنة مديدة. وتؤكد الدراستان على الأهمية السلوكية لأنماط تنشيط العصبونات مُحَدَّدة الدارة، وتقدمان رؤى متبصرة لتطوير علاجات جديدة للاكتئاب.

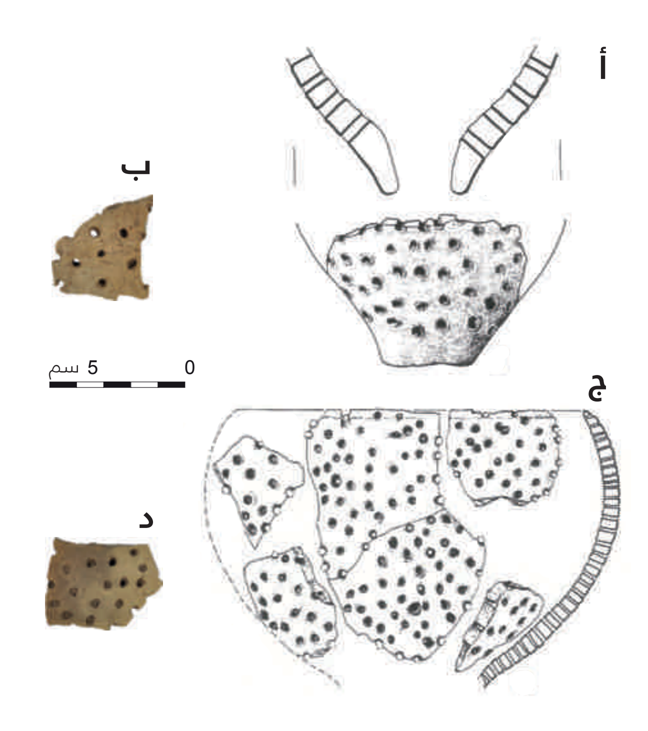
Rapid regulation of depression-related behaviours by control of midbrain dopamine neurons
D Chaudhury *et al*
doi:10.1038/nature11713

Dopamine neurons modulate neural encoding and expression of depression-related behavior
K Tye *et al*
doi:10.1038/nature11740

إعادة التفكير في التقوية طويلة الأمد

يُعتقد أن التعلم وتكوين الذاكرة ينطويان على «تقوية طويلة الأمد»، أو تعزيز مديد لنقل الإشارات بين العصبونات (LTP)، وزيادة سريعة وراسخة في القوة التشابكية لعصبونين (خليتين عصبيتين). لقد تم وصف التعزيز المديد لنقل الإشارات بين العصبونات وصفًا جيدًا في المشابك الجلوماتِرجية بحُصَين الدماغ، وهي منطقة لازمة لتشكيل ذكريات جديدة. وتشير هذه الدراسة إلى أن النموذج السائد للتعزيز المديد لنقل الإشارات بين العصبونات، الذي يركز على بروتين مستقبلات الناقل العصبي المفرد AMPA receptor ـ subunit GluA1 ـ يحتاج إلى النظر مجددًا، بل يبدو أنه ليس هناك مستقبل محدد للجلوتامات له أهمية خاصة لإنتاج «تقوية طويلة الأمد»؛ وإذا كانت هناك مجموعة كبيرة كافية متاحة محليًّا لأحد االمشابك العصبية، ستحدث التقوية طويلة الأمد.

LTP requires a reserve pool of glutamate receptors independent of subunit type
A Granger *et al*
doi:10.1038/nature11775



الأنثروبولوجيا

مسار الأجبان المبكر

كانت منتجات الألبان ابتكارًا مهمًّا في الزراعة المبكرة، برغم حقيقة أن مزارعي الألبان الأُوَل كانوا غير قادرين على أيض (استقلاب) اللاكتوز. وهناك طريقة واحدة لجعل الحليب أكثر استساغةً لمن لا يتحمل اللاكتوز، وهي تحويله إلى الجبن، وهي عملية تنطوي على تصفية المتخثرات الغنية بالدهون من (الشِّرْش) المحتوي على اللاكتوز. وفي هذه الدراسة، يقول ريتشارد أفرشيد وزملاؤه إنهم وجدوا بقايا عضوية على شظايا فخار من أوانٍ فخارية غامضة، تم إنتاجها على نطاق واسع في مستوطنات للمزارعين المبكرين بشمال أوروبا منذ نحو 7500 سنة. وتحمل الأواني ثقوبًا عديدة بحجم المليمتر. وفي عام 1984، افترض بيتر بوجوكي ـ أحد المشاركين في هذه الدراسة ـ أنها كانت في الواقع مصافي للجبن. وتلك الفكرة الآن يدعمها دليل كيميائي.

Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe

M Salque *et al*

doi:10.1038/nature11698

الشكل أعلاه | رسوم عَيِّنَة مُمَثِّلة لآنية تصفية أُعِيد تركيبُها، وصور لكسر مصفاة خاصة من منطقة كويافيا خضعت لتحاليل بقايا دهنية. أ،ب العينة KUY0750، من موقع بريسز 'سي' كوجاوسكي 3. **جـ،د** العينة KUY0757 من موقع سمولسك 4. تصنيف أواني المصفاة يشابه تلك المستخدمة في العصر الحديث لدى منتجي الأجبان.

الوراثة الجزيئية / السرطان

استنفاد الـ«سيرين» كآلية مضادة للسرطان

يؤدي الجين الكابح للأورام «p53» دوره في عدد من مسارات الاستجابة للكروب. وكانت كارين ڤوسدين وزميلها قد نشرا مؤخرًا أن جين«p53» يساعد الخلايا السرطانية أيضًا على البقاء في حالات استنفاد مركب الـ«سيرين» serine بالحد من انتشاره، وتوجيه أيض السيرين لإنتاج الجلوتاثيون، وتقليل أنواع الأكسجين التفاعلية. وتفشل الخلايا التي تفتقر إلى «p53» في الخضوع لهذه التكيفات وهي أكثر عرضة لنضوب السيرين. وقد تم استغلال هذه النتائج؛ لإثبات أن النظام الغذائي الذي يفتقر إلى السيرين يمكن أن يقلل نمو الأورام الفاقدة لـ«p53» في نموذج دراسي على الفئران. ويشير هذا العمل إلى أن استنفاد السيرين ـ بإزالته من الغذاء، والاستنزاف الإنزيمي، أو بوسائل أخرى ـ يستحق مزيدًا من البحث، كمنهج علاجي محتمل.

Serine starvation induces stress and p53-dependent metabolic remodelling in cancer cells

O Maddocks *et al*

doi:10.1038/nature11743

علوم الأرض

نشاط عنيف بقطع صَدْع «مستقرة»

في هذه الدراسة، يقدم هيرويوكي نودا، وناديا لابوستا نموذجًا تضْعُفُ فيه قطعتا الصدع «الساكنتان» ظاهريًّا، والخاضعتان لزحف ثابت مديد، بسبب تصدع قطعة مجاورة، ما يسمح بوقوع انزلاق غير مستقر ومدمر.و يفسر سلوك الانزلاق طويل المدى عددًا من مشاهدات زلازل توهوكو- أوكي في عام 2011 (9 درجات)، وزلزال تشي تشي في عام 1999 (7.6 درجة)، بما في ذلك الإشعاعات عالية التردد، الناشئة عن مناطق الانزلاق الأدنى، وأكبر انزلاق سيزمي في زلزال توهوكو- أوكي، الذي حدث في قطعة زاحفة محتملة. إن الإيحاء بأن تصدعًا زلزاليًّا قد يقع خلال أجزاء كبير من قطع زاحفة ـ يُنظر إليها حاليًّا كحواجز ـ يتطلب إعادة تقييم المخاطر الزلزالية بمناطق عديدة.

Stable creeping fault segments can become destructive as a result of dynamic weakening

H Noda *et al*

doi:10.1038/nature11703

الباثولوجيا الجزيئية

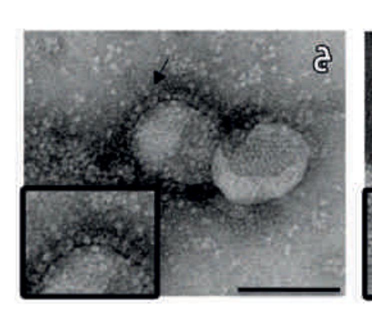
البروتين بغلاف فيروس الحصبة

يتسبب فيروس الحصبة الألمانيّة في إصابة الأطفال بالحصبة الألمانيّة المعتدلة نسبيًّا، أو حصبة الثلاثة أيام، لكنه يؤدي إلى مشاكل صحية خلقية خطيرة لدى التقاطها داخل رحم الأم. وقد حدّ اللقاح الحي من حُدُوث المرض في الدول الغربية، لكن متلازمة الحصبة الألمانية الخِلْقِيّة لا تزال مشكلة صحية مهمة في العالم النامي. ولذلك.. حَدّدَ فيليكس راي وآخرون البِنْية البلورية للبروتين السكري (جليكوبروتين E1) بغلاف فيروس الحصبة الألمانية. وذكروا أن له معمارًا من الدرجة الثانية وسطح اندماج غشائي وموقع تقييد معدني. وتشير البنية إلى أن جليكوبروتين E1 بغلاف الفيروس تطوَّر ليصبح بعيدًا عن الفيروسات المنقولة بالبعوض بالعائلة نفسها، منشئًا مكانته الخاصة كفيروس بشرى حصري. إن لهذا الأمر اهتمامًا يتوازى على نحو مماثل مع فيروس التهاب الكبد «سي» البَشَرِي، وينتمي إلى عائلة الفيروسات الفلاڤية (flaviviruses) نفسها، التي ينقلها البعوض.

Functional and evolutionary insight from the crystal structure of rubella virus protein E1

R DuBois *et al*

doi:10.1038/nature11741



الشكل أسفله | مشاهدات المجهر الإلكتروني المُلَوَّنٌ سَلبيا لـلمُشَذَّب «E1e» معزولا أو مقيدًا بالليبوزومات. **أ**، المُشَذَّب «E1e» المعزول يميل للاصطفاف في السطح البيني بين الهواء والماء في شَبَكَة مجهر الإلكترون، مع ثلاثة أضعاف من المحاور المتعامدة على مُستَوَى الورقة. **ب**، **جـ**،«E1» لفيروس الحصبة الألمانية تغطى سطح الليبوزوم لتشكيل شبكة منتظمة سداسية الشكل، منظر رأسي (**ب**) ومنظر جانبي (**جـ**). لاحظ التناظر ثلاثي التضاعف الواضح للمكونات الأساسية للشبكة. أشرطة القياس تكافئ 100 نانومتر. الأسهم تمثل المناطق المكبرة في الصورة الصغيرة.

فيزياء الموصلات

تبريد أشباه الموصلات بالضوء

إن إمكانية تبريد المواد الصلبة باستخدام تبريد الليزر، أو التبريد الضوئي، أمرٌ جذاب كمسار لإنتاج أجهزة تبريد خالية من سائل تبريد(cryogen) . وقد وَرَدَ التبريد بالليزر ـ معتمدا على إزالة الحرارة نتيجة انبعاثات منزاحة نحو الأزرق ـ في سياق زجاج مستخلص من أرض نادرة. ومؤخرًا، أظهر جُن تشانج وزملاؤه تبريد ليزر ملموسًا صافيًا لشبه الموصل «حزام نانوي من كبريتيد الكادميوم» CdS بنحو 40 كلفنًا من 290 كلفنًا بضَخ ضوء، (طوله الموجي) 514 نانومترًا، فاتحين بذلك طريقًا جديدًا لتبريد ضوئي قائم على أشباه الموصلات، حيث تنطوي الآليات على رنين إكسيتوني، بدلًا من الرنين الذري. إن استخدام مجموعة «VI-II» من أشباه الموصلات ـ كعوامل تبريد ليزر ـ له إمكانات كفاءة ومزايا تطبيق عملي. ومثلما يتجنب الحاجة إلى سوائل التبريد، فإن أجهزة التبريد الضوئي ستكون صغيرة، بلا اهتزاز، وذات ثقة عالية.

Laser cooling of a semiconductor by 40 kelvin
Jun Zhang *et al*
doi:10.1038/nature11721

أبحاث الجينوم المقارنة

الجينومات تسجل نشوء الحيوانات

تعرض هذه الورقة البحثية مسودة تسلسل متتابعات جينوم اثنتين من الحلقيات ـ عوالق المياه العذبة (هيلوبديلا روبوستا)، والدودة البحرية المجزأة الهلبية (كابيتيلا تيليتا) - والرخويات، وبطلينوس البومة (لوتيا جايجانتيا). وتمثل هاتان الشعبتان ما يقرب من ثلث الأنواع البحرية المعروفة التي تعتبر ذات أهمية بيئية إيكولوجية، ولم تتم خدمتها جيدًا ـ كمنظومات تجريبية ـ من قِبَل الجهود الجينومية. وتكشف مقارنة هذه الجينومات بتلك المتاحة بالفعل عن بعض التغيرات الجينية المرتبطة بنشوء وتنوع الحيوانات ثنائية التناظر، ويعتقد أنها قد تطورت خلال «الانفجار الكمبري» للأحياء متعددة الخلايا منذ حوالي 500 مليون سنة. كذلك رصد الباحثون آلية لإسكات المناطق الجينومية في ظل ظروف نمو محددة.

Insights into bilaterian evolution from three spiralian genomes
O Simakov *et al*
doi:10.1038/nature11696



غلاف عدد 31 يناير 2013
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 31 يناير من مجلة نيتشر الدولية.

الفيزياء

بُعْد جديد للمنطق المغناطيسي

في الرقائق الإلكترونية التقليدية الدقيقة، يتم تخزين البيانات الرقمية ومعالجتها في بُعْدين في شبكة خلايا ثنائية الأبعاد (x-y). ويقدم هنا راينود لافرينجسن وزملاؤه عرضًا تجريبيًّا لنهج جديد يستغل البعد الثالث، الذي نادرًا ما يُستخدم لتحسين أداء الأجهزة الإلكترونية والمغزلية. ويستخدم النظام بِنْية طبقية من أغشية مغناطيسية رقيقة مصمَّمة لتسمح بنقل المعلومات الممغنطة رأسيًّا في شبكات ثلاثية الأبعاد (x-y-z) عبر مسافات شبه ذرية فوق سطح سيليكون.

Magnetic ratchet for three-dimensional spintronic memory and logic
R Lavrijsen *et al*
doi:10.1038/nature11733

الفلك

البحث عن كواكب محتملة

كلما تراكمت البيانات من تليسكوبي كبلر وهيرشل الفضائيين، ومن مصادر أخرى جديدة؛ أصبح علماء الفلك قادرين باضطراد على دراسة الأنظمة الكوكبية والأقراص الكوكبية الأولية مباشرة. إن كتلة كل قرص كوكبي أوّلي لها تأثير جوهري على مصيره المحتمل، وثمة طريقة جديدة لتقدير هذه الكتلة، تتطلب فرضيات أقل من الأساليب الأخرى، مما سيخدم ويُثري حتمًا هذه الدراسات. وكي تتشكل كواكبه، اقتضى نظامنا الشمسي عند ولادته كحدٍّ أدنى لكتلة القرص نحو 0.01 من كتلة شمسية تبعد في حدود 100 وحدة فلكية من مركزه. تُورد هذه الدراسة تقريرًا عن الانتقال الدوراني الأساسي لديوترايد الهيدروجين (الهيدروجين الثقيل HD) في القرص الدوار للنجم «TW Hydrae». وتوزيع هذا الغاز الذي يعكس توزيع الهيدروجين الجزيئي وانبعاثه حساس بالنسبة للكتلة الكلية. إن وجوده ـ بجانب بيانات النماذج ـ يعني أن هناك قرصًا كتلته تتجاوز 0.05 من كتلة شمسه، كافية لتشكيل نظام كوكبي مثل نظامنا. ونظرًا إلى أن عمره يتراوح بين 3 و10 مليون سنة، يعتبر نظام TW Hydrae قديما بالنسبة إلى كونه قرصًا كوكبيًّا أوليًّا، ومع ذلك.. ما زال يافعًا بما يكفي؛ ليتطور إلى نظام كوكبي.

An old disk still capable of forming a planetary system
E Bergin *et al*
doi:10.1038/nature11805

المواد

نظام رمحي بديع في المادة المكثفة

عند درجة حرارة دون مستوى 17.5 كلفن، يوجد مركب اليورانيوم URu_2Si_2 ثقيل الفرميون في طور «النظام الخفي» الغامض، الذي ظل عصيًّا على التشخيص لنحو 25 عامًا. وفي هذه الدراسة، استخدم الباحثون قِطعًا مختلفة من الأدلة التجريبية؛ لتحديد طبيعة التحول التلقائي للطور الذي يحدث عند درجة حرارة 17.5 كلفن، وخَلُصوا إلى حدوث كلٍّ من تناظر انعكاس الزمن المفرد والمزدوج؛ مما يؤدي إلى اختلاط إلكترونات التوصيل الجوالة، وحالات «أيزينج» المتموضعة محليًّا في ذرات اليورانيوم المدارية. وهذا ـ في الأساس ـ نوع جديد من النظم، أسماه الباحثون رمحيًّا، ويقولون إنه قد يكون ظاهرة تنطبق على أنظمة أخرى، يحدث فيها الاختلاط مع حالات f-المدارية.

Hastatic order in the heavy-fermion compound URu_2Si_2
P Chandra *et al*
doi:10.1038/nature11820

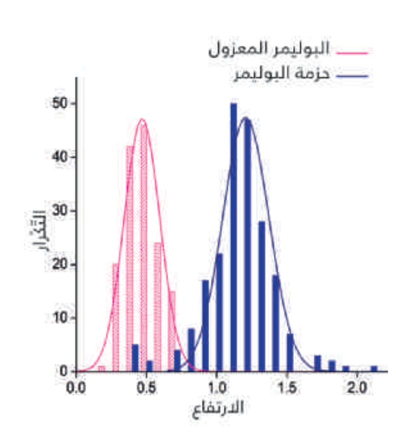
الكيمياء الجزيئية

شبكات بوليمر تحاكي المنظومات الحيوية

يصف هذا البحث فئةً جديدة من البوليمرات الصلدة نسبيًّا، والقابلة للذوبان في الماء، وتصير حزمة محكومة عند التسخين؛ لتنتج ألياقًا صلدة جدًّا. وهذه الألياف، بدورها، تَكَوِّن هلاميات مائية (جيلًا مائيًّا) تحاكي بشكل وثيق مكونات الهيكل الخلوي للخلية، أو الخيوط الوسيطة. وينطوي التخليق على تحويل بوليمرات السيانيد المتعدد حراريًّا من جزيئات مفردة إلى حزم من سلاسل البوليمر. وأظهرت الشبكات المصنوعة بهذه المادة سلوكًا متصلبًا، معززًا لتحمل الإجهاد، وهو غالبًا ما يفتقد في البوليمرات الهلامية المخلّقة، ويمكن تعديل خصائصها الميكانيكية بتبديل البِنْيَة الكيميائية للبوليمر؛ مما يتيح تنوعًا أكبر من شبكات البوليمر الحيوي.

Responsive biomimetic networks from polyisocyanopeptide hydrogels
P Kouwer *et al*
doi:10.1038/nature11839

الشكل أسفله | تحليل البوليمرات والهلام عن طريق استخدام مجهر القوة الذرية (AFM). المدرج التَّكْرَارِيّ للارتفاع الاحصائي لكل من السلاسل المعزولة (الوردي) والحزم (الأزرق). وكلاهما يظهر تماثلا ضيقا للتوزيع الجاوسي (انظر نسق الانطباق) مع ارتفاع سلسلة يساوي (0.46=h0±0.13 نانومتر) مع ارتفاع حزمة يساوي (2 =h0±0.1.2 نانومتر). نلاحظ أن الارتفاع المطلق الذى وجد عن طريق استخدام «AFMis» منخفض جدًا باستمرار. على اعتبار ان قطر البوليمر الببتايدي دون بدائل جلايكول الإيثلين هو تقريبا 2 نانومتر، يمكن فقط استخدام توزيعات الارتفاع النسبية لتقدير أرقام الحزم (المجمعة).



الوراثة

كشف آلية المُضفَّرة

مِحْوَر المُضفَّرة هو مادّةٌ مُرَكَّبَة تزيل الإِنْتْرُونات (introns) من أسلاف مُنْتَسَخَات الحمْض النووي الريبي المِرْسال (mRNA) قبل التعبير عنها، ويتألف من مواد مُرَكَّبَة من البروتين والحمْض النووي الريبِي (RNA)، مرتَّبة فوق ما قبل الحمْض النوَويّ الريبي المِرْسال. ويوجد بروتين «Prp8» في مثل هذا المُرَكَّب المِحْوَرى «U5 snRNP»، وهو يحتوي على موقع نشط، حيث يحدث الانقسام. وقد حل كيوشي ناجاي وزملاؤه بنية جزء كبير من بروتين «Prp8» المربوط بـ«Aar2»، وهو عامل تَجْمِيع «U5 snRNP». وتتيح هذه البنية رؤية متبصرة عن كيفية انسجام مواقع اللصق مع الموقع النشط، وكيفية دعمها لأصل تطوري موحد لما قبل الحمْض النوَويّ الريبي المِرْسال حقيقي النواة، ومجموعة آليات لصق إنترون المجموعة II البكتيرية.

Crystal structure of Prp8 reveals active site cavity of the spliceosome

W Galej *et al*

doi:10.1038/nature11843

علم الأعصاب

عصبونات نادرة تفسر المتعة من أثر التربيت

يؤدي التحفيز اللطيف للجلد وظائفَ اجتماعية مهمة في الثدييات، لكن هذه الوظائف لم تلقَ اهتمامًا كبيرًا من علماء البيولوجيا العصبية الجزيئية، مقارنةً بالاستجابة للمحفزات المؤذية. وقد استخدم ديفيد أندرسون وزملاؤه مؤخرًا التصوير بالكالسيوم في الفئران الحية؛ لإظهار أن مجموعة صغيرة من العصبونات الحسية في الجلد المُشعِر ـ تعبِّر (تفرز) مُستقبِل «MRGPRB4» المُقترن ببروتين(G) ـ تستجيب خصيصًا لضربات فرشاة صغيرة، بقصد محاكاة المُداعبة، أو الاستمالة الطبيعية. ويُثير التحفيز الدوائي لعصبونات «MRGPRB4+» تعزيزًا إيجابيًّا، وآثارًا مزيلة للقلق. والعصبونات الحساسة للتربيت والمداعبة تشبه خلايا اللمس (C)، وهي عصبونات عديمة المايلين، منخفضة الاستهلال، مستقلة آليًّا، موجودة في الجلد المُشعِر في البشر والثدييات الأخرى. والتوصيف الوظيفي لهذه المجموعة الجديدة من العصبونات يفتح الطريق لتحديد آليات التّنْبيغ (نقل الطاقة) الجزيئية والدوائر العصبية المرتبطة مع الحالّة العاطفية الإيجابية، أو المتعة.

Genetic identification of C fibres that detect massage-like stroking of hairy skin in vivo

S Vrontou *et al*

doi:10.1038/nature11810

الوراثة/ الخلية

استبدال الجينات في الميتوكوندريا

إنّ حدوث الطفرات في الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا أو «المُتَقَدِّرات» mtDNA يسبب أمراضًا بشرية مختلفة.، يتم توارثها عن طريق الأم، لأن كل المُتَقَدِّرات اللّاقِحِيّة مستمدة من البويضة. وكان سقراط ميتاليبوف وزملاؤه قد أثبتوا سابقًا صحةَ مفهوم استبدال الحمض النووي بالمُتَقَدِّرات «mtDNA»، من خلال نقل مغزل الكروموسوم في بويضات قرد المكاك (الآسيوي)، وهنا استخدموا هذه التكنولوجيا للبويضات البشرية. وقدموا أيضًا تقريرًا عن صحة قرد ماكاك في عمر ثلاث سنوات من مواليد بويضة، تم استبدال الحمض النووي الخاص بمُتَقَدِّراتها. ويشير هذا العمل إلى أن العلاج بالاستبدال لاضطرابات الحمض النووي بالمُتَقَدِّرات «mtDNA» يمكن أن يصبح حقيقة واقعة. وبدورهم، اتبع ديتر إيجلي وزملاؤه نهجًا مختلفًا؛ فقاموا بـنقل الجينوم النووي بين بويضات بشرية غير مخصّبة من متبرعتين مختلفتين. واحْتَفَظَت البويضات الناتجة بـالقدرة على النمو لطور الكيسَة الجَنينِيَّة، وإنتاج خطوط خلايا جذعية جنينية بأنماط نووية طبيعية. وهذه التقنية لها قدرة على الوقاية من انتقال طفرات الحمض النووي الخاص بالمُتَقَدِّرات «mtDNA»، دون التسبب في التشوهات الناجمة عن التلاعب بالنمط النووي.

Towards germline gene therapy of inherited mitochondrial diseases

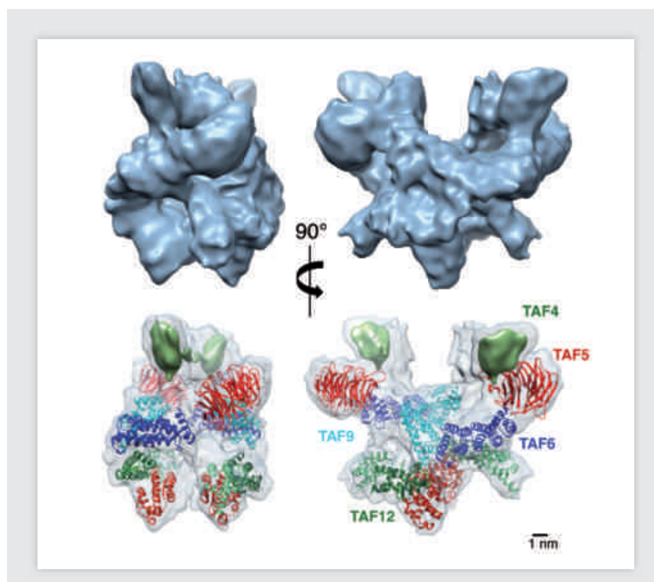
M Tachibana *et al*

doi:10.1038/nature11647

Nuclear genome transfer in human oocytes eliminates mitochondrial DNA variants

D Paull *et al*

doi:10.1038/nature11800



الوراثة الجزيئية

البنية الأساسية لعامل النسخ «TFIID»

عامل النسخ «TFIID»هو أول عامل نسخ عام يقيّد معززات الجين قبل نسخ الجين بواسطة إنزيم بوليميراز الحمض النووي الريبي الثاني، مما يتسبب في إطلاق تكوين مركب ما قبل البدء، والقيام بدور منشط مشترك. وعامل النسخ «TFIISD» هو مركب كبير متعدد البروتين، يتكون من (TBP)، أي بروتين تقييد «صُنْدُوق-TATA»، والعوامل المرتبطة به (TAFs). وقد تمكّن إيمري بيرجر وزملاؤه مؤخرًا من تحديد بنية ثلاثة تركيبات بروتينية بشرية متميزة من «TFIID» باستخدام مجهر يعمل بتبريد العيِّنة. ولوحظ في نموذجهم لتجميع المركب تدريجيًّا (على خطوات) حدوث تحوُّل من قلب متماثل لعامل النسخ «TFIID» إلى تركيب بروتيني غير متماثل، منخرط في نسخ الحمض النووي (holo-complex)، لدى تقييد «TAF8» بـ«TAF10»؛ مما يستحث تغيرات تركيبية رئيسة.

The architecture of human general transcription factor TFIID core complex

C Bieniossek *et al*

doi:10.1038/nature11791

الشكل أعلاه | بنية مركب مِحْوَر عامل النسخ البشري «TFIID». البنية الملتقطة بمجهر الإلكترون البَرْديّ (أعلى) معروضة في منظر جانبي (يسار) ومنظر أمامي (يمين). وتظهر الملامح الهيكلية الأساسية في مِحْوَر عامل النسخ البشرى «TFIID» (أسفل). كثافة فحص العينة المبردة نيتروجينيا بمجهر الإلكترون شفافة، «TAF5» ملون باللون الأحمر («WD40» النطاق التكرارى، نطاق طرفي- N)، النطاق «TAF6» طرف- C ملون باللون الأزرق الداكن، والزوج «TAF6» و « TAF12HF» ملون باللون الأزرق الفاتح. والجزء «TAF4» والنطاق الطرفي- N، ونطاق «TAFH» وتزاوج «HF» مع « TAF12» ملون باللون الأخضر.

البيولوجيا الجزيئية

إنزيمات GTP ومُركَّب mTORC1

إنّ مسار مركب «mTORC1» منظِّم رئيس للنمو في «حقيقيات النوى»، وهدف لأدوية أمراض شائعة، بما فيها السرطان، والتنكس العصبِي. والمعلوم أن «mTORC1» يتحسَّس الأحماض الأمينية من خلال أسرة إنزيمات «Rag» العاملة على ثلاثي فوسْفات الجوانوزين «GTPases»، لكن أهميتها الفسيولوجية غير معروفة. وفي هذه الدراسة، أظهر ديفيد م ساباتيني وزملاؤه أن عقب الولادة، التي تُوَقِف إمدادات العناصر الغذائية لدى الأمهات، يتم تثبيط «mTORC1» لدى الفئران بطريقة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تعتمد على إنزيمات «Rag». ويطلق هذا التثبيط عملية الالتهام الذاتي (autophagy)، التي تعزز انطلاق الأحماض الأمينية اللازمة؛ للحفاظ على مستويات السكر في البلازما، عن طريق اسْتِحْداث السكر بين الولادة والإرضاع. وبالتالي، فإن مسار إنزيمات «Rag» يعمل بمثابة حسّاس (استشعار) عام للمواد المغذية، ومن خلال تنظيمه لمركب «mTORC1» يساعد في الحفاظ على توازن العناصر الغذائية، وبقاء الأطفال حديثي الولادة أحياء.

Regulation of mTORC1 by the Rag GTPases is necessary for neonatal autophagy and survival

A Efeyan *et al*

doi:10.1038/nature11745

آلية دوران إنزيم «V1-ATPase»

النوع الفجوي من «H+-ATPases» هو محركات جزيئية بيولوجية دوّارة، تقرن التحلل المائي لأدينوزين ثلاثي الفوسفات «ATP» مع نقل البروتون عبر الأغشية الخلوية والبلازما للخلايا حقيقية النواة. ولإنزيم «V-ATPase» وظائف في عمليات خلوية عديدة. وهذا هدف مهم لأدوية أمراض معينة، كهشاشة العظام، والسرطان. وتقدم هذه الورقة البحثية توصيفًا لعدة بِنًى كريستالية ملتقطة بالأشعة السينية لإنزيم «V1-ATPase» من المكوِّرات المعويِّة «إنتيروكوكّس هيراى»، التي تكشف عن تغيرات تركيبة تحدث عندما يرتبط الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) بالبروتين. وقد اقترح المؤلفون نموذجًا لآلية الدوران لهذا البروتين الغشائي على أساس هذه البِنَى.

Rotation mechanism of Enterococcus hirae V1-ATPase based on asymmetric crystal structures

S Arai *et al*

doi:10.1038/nature11778

الباثولوجيا الجزيئية/ الزهايمر

«الإنفلاماسوم».. وعلاج الزهايمر

يرتبط مرض الزهايمر بتنشيط نظام المناعة الطبيعية. ومن المعروف أن أميلويد بيتا يمكن أن تنشط «إنفلاماسوم» NLRP3 في الخلايا الدبقية الصغيرة بالمُخْتَبَر. وهنا يظهر أن الإنفلاماسوم يلعب دورًا حاسمًا في باثولوجية مرض الزهايمر في نموذج حيواني حي، باستخدام فئران المختبر. في حالة غياب «إنفلاماسوم»، أو «NLRP3»، أو كاسبيس «caspase1»، ينخفض الدَّاءُ النَّشَوانيّ والإمراض العَصَبِي في نموذج فئران مصابة بالزهايمر، ويتحسن الإدراك والمؤشرات الكهروفِيسيولوجِيَّة المرتبطة بها. وفحص أدمغة الإنسان المصاب بالزهايمر بعد الوفاة يدعم الصلة بين «NLRP3»، والتهاب الدماغ. وتشير هذه النتائج مُجتَمِعَةً إلى أن تنشيط «NLRP3» المستحث بواسطة أميلويد بيتا يعزز تفاقم مرض الزهايمر بواسطة استجابة الأنسجة التوسطية الالتهابية الضارة المزمنة. وتلك العوامل التي تعترض نشاط «إنفلاماسوم» «NLRP3»، أو سَيْتوكينات مشتقة من «الإنْفلاماسوم»، قد تبطّئ تقدم مرض الزهايمر.

NLRP3 is activated in Alzheimer's disease and contributes to pathology in APP/PS1 mice

M Heneka *et al*

doi:10.1038/nature11729

التغير المناخي

ردود فعل متباينة لتأثيرات المناخ

يعتبر التدرج بين الشرق والغرب في درجات حرارة سطح البحر بالمناطق الاستوائية من المحيط الهادئ أحد المحددات الرئيسة لأنماط هطول الأمطار عالميًّا، لكن عملًا سابقًا أظهر استجابات مختلفة ـ كما يبدو ـ تجاه الاحترار. ويتعزز التدرج، استجابةً لإشعاع شمسي أعلى (كما في احترار العصور الوسطى)، لكنه يضعف عندما تزيد مستويات غازات الاحتباس الحراري (كما في محاكاة مناخات المستقبل). وكان التوفيق بين هذه النتائج إشكاليًّا. وقد أظهر مارك كين وزملاؤه مؤخرًا أنه بالنسبة إلى التأثيرات المختلفة التي تستحث ارتفاع درجات الحرارة في أجزاء مختلفة من الغلاف الجوي، وكذلك بالنسبة إلى الاحترار نفسه، فإن الزيادات الشمسية من شأنها تحفيز هطول أمطار إجمالي أعلى مما تفعل غازات الاحتباس الحراري.

Divergent global precipitation changes induced by natural versus anthropogenic forcing

J Liu *et al*

doi:10.1038/nature11784

الشكل أعلاه | أنماط مكانية لمنوال التأثر شمسيًّا وبركانيًّا. **أ**، التغيرات في هطول الأمطار ودرجة حرارة سطح البحر موضحة إبان حقبة الاحترار بالقرون الوسطى (1100-1200 ميلادية) ناقص عصر الجليد الصغير (1630-1730 ميلادية) استجابة لاختلافات في تأثيرات شمسية. **ب**، أنماط هطول الأمطار ودرجة حرارة سطح البحر لمنوال تحليل التغاير الأقصى الأولي لمحاكاة الألفية (ERIK) موضحة للفترة 1000 ـ 1850 بعد الميلاد، ومبنية على متوسطات محاكاة 11 عامًا بعد إزالة المنوال الأولي للتغاير الداخلي. (إنها تفسر 15.3% و11.1% من التغاير، على التوالي). مضاهاة معاملات الارتباط بين **أ**، و**ب** على المجال بالكامل: 0.92 للهطول و0.98 لدرجة حرارة سطح البحر.

علم الخلية

الخَلايَا البائيَّة في هامش الطّحال

منطقة هامش الطحال هي منطقة أنسجة تعمل كمصائد للمستضدات الجائلة، ومَأْهُولة بمجموعة مُتَمَيّزة من الخلايا الليمفاوية. وفي هذه الدراسة، أمكن استخدام التصوير المناعي الحَيَوِي الداخِلِيّ لدراسة حركيات منطقة الهامش في الطحال والخَلايَا البائيَّة الجُرَيبِيّة في إطار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

زمني حقيقي. في السابق، كانت تعتبر كبسولة الطحال السميكة وارتفاع محتواه من الخلايا الحمراء عقبات مستعصية على الفحص المجهري. وتشمل النتائج إظْهار أن خَلايَا الهامش البائيَّة متحركة، وترحل باستمرار بين منطقة الهامش وجُرَيبات الطحال، وأن مخرج الخَلايَا البائيَّة الجُرَيبية من اللب الأبيض عبر منطقة الهامش يعتمد على مُستَقبِل1-سفينجوزين1--الفوسفات.

Visualization of splenic marginal zone B-cell shuttling and follicular B-cell egress
T Arnon *et al*
doi:10.1038/nature11738

الوراثة/ السلوك

من أجل الحفاظ على سلوكيات نمل النار

يمكن العثور على نمل النار *Solenopsis invicta* يعيش في نوعين مختلفين جدًّا من المستوطنات، حيث تحتمل النملات العاملات في بعض المستوطنات ملكات متعددة، في حين لا تحتمل النملات العاملات في البعض الآخر من المستوطنات سوى ملكة واحدة فقط. وهذا التباين في الجينات تحت سيطرة عامل (وراثي) مندلي واحد. وتقدم هذه الدراسة تحليلًا واسع النطاق في المنطقة الجينومية المعنيّة. والشيء المفاجئ أن مختلف جوانب تعدد الأشْكَال مَحْكُومة من قِبَل جين فائق غير مهجّن، يحتل نصف صِبغِي. وتشغيل هذه المنطقة يبدو مماثلًا لصِبغِيّات الجنس. وتُظهِر هذه النتائج كيف يمكن لإعادة الترتيب الوراثية المحلية المُقيِّدة الحفاظ على سلوكيات اجتماعية متباينة تضم جينات عديدة تعمل معًا.

AY-like social chromosome causes alternative colony organization in fire ants
J Wang *et al*
doi:10.1038/nature11832

الشكل أسفله | التعبير عن الجينات المرتبطة بالنَّمَط الجينيّ «Gp-9» ممثلة بإفراط في الصِّبغِي الاجتماعي. تَصَوّرَ الدائرة الخارجية أيديوجرامات صِبغِي نمل النار «سولينوبسس إنفيكتا». وينقسم الصِّبغِي الاجتماعي «S» إلى مناطق غير هجينة (برتقالي) وهجينة (رمادية). ويتم التعبير التفاضلي للجينات بين الأفراد من الأنمَاطُ الجينيّة «Gp-9» البديلة في الشغالات الناضجة البالغة 25، والملكات الشابة البالغة، وشرائق الذكور يتم رسمها كمربعات، وفقًا لموقعها الجيني. ويشار أيضًا إلى مستوى التعبير النسبي «-log2 transformed» من «Gp-9BB» إلى «Gp-9Bb» (شغالات وملكات)، أو من «Gp-9B» إلى «Gp-9b» (الذكور) التي أشير إليها أيضًا، بمربعات أقرب إلى مركز الدائرة، حصلت على مستوى أعلى من التعبير الجيني في«Gp-9BB» (أو «Gp-9Bb» . («Gp-9B» (أو «Gp-9b»)؛ والأرجواني، معكوس. ***P<0.001، اختبار هندسي فوقي.

الوراثة الجزيئية

تفاعلات إنزيم ماليك مع جين p53

إنّ جين «p53» الكابح للورم معروف بتنظيم عمليات التمثيل الغذائي، وكذلك بدوره في الشيخوخة الخلويّة. ومؤخرًا، تتبّع پنج جيانج وزملاؤه هذين النشاطين، وأظهروا أن جين «p53» يكبح تعبير إنزيمي الماليك «ME1»، و«ME2»؛ وبذلك ينظم أيض «NADPH»، والدهون، والجلوتامين. إنّ خَفْض تقنين إنزيمي الماليك يمكن بدوره أن ينشط أكثر جين «p53»؛ وبالتالي يعزز الشيخوخة الخلوية. وغالبًا ما يحدث إفراط في تعبير (تكوُّن) إنزيمي الماليك في أمراض السرطان، ويمكنهما كبح الشيخوخة، وتعضيد نمو الورم.

Reciprocal regulation of p53 and malic enzymes modulates metabolism and senescence
P Jiang *et al*
doi:10.1038/nature11776

صلة بين تضفير RNA وإسكات الجينات

من أجل تحديد العوامل المُتَضَمّنة في عملية تَدَاخُل الحمض النووي الريبي (RNAi)، وتقنين التعبير الجيني بواسطة الحمض النووي الريبي متناهي الصغر (microRNA)، قام جاري رُفْكُن وزملاؤه بعمل تحليل تطوري متعلق بتطور السلالات من 86 نوعًا من حقيقيات النواة. وتعرض المرشحون إلى تحليل إحصائي «بيسيًّا» Bayesian لبيانات التفاعُل النسخي والبروتيومي، لتقدير احتمال انخراطها في تنظيم الحمض النووي الريبي الصغير (small RNA). ويتطلب الأمر حوالي نصف العوامل المشتركة المشخصة للحمض النووي الريبي الصغير؛ لأجل إسكات تَدَاخُل الحمْض النووي الريبِي (RNAi). وينخرط آخرون كثيرون في التضفير، مما يشير إلى وجود صلة بين العمليتين.

Identification of small RNA pathway genes using patterns of phylogenetic conservation and divergence
Y Tabach *et al*
doi:10.1038/nature11779

البيئة

تراجع مستنقعات الخث الاستوائية

تحتوي أراضي الخث الاستوائية على حوض كبير للكربون العضوي الأرضي، لكنها في بعض المواقع المضطربة ـ بفعل إزالة الغابات والصرف والحريق ـ تتحول إلى مصدر لثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي. ويحدد هذا البحث مقدار الصادر السنوي من الكربون النهري العضوي من مستنقعات الخُث البكر والمضطربة في غابات إندونيسيا، ووجد البحث أن الإجمالي السنوي لتدفق الكربون النهري العضوي من غابات الخُث المضطربة أكبر بنسبة 50% من غابات الخُث البكر، ويغلب عليه كربون قديم عمره من قرن إلى آلاف السنين من الطبقات الأعمق لعمود الخُث. إن إدراج بند الفاقد من الكربون النهري المهمل غالبًا في موازنة كربون أراضي الخُث يزيد من التقدير الإجمالي لفاقد الكربون من أراضي الخُث المضطربة بنحو 22%.

Deep instability of deforested tropical peatlands revealed by fluvial organic carbon fluxes
S Moore *et al*
doi:10.1038/nature11818



غلاف عدد 7 فبراير 2013
طالع نصوص الأبحاث في عدد 7 فبراير من مجلة نيتشر الدولية.

الفيزياء

خط بارد في الفيزياء

تُعدّ غازات الكم (الكوانتم) ـ كمكثفات بوز أينشتاين الذرية، وغازات فيرمي المنحلة ـ ملائمة لتحقيق طائفة من الظواهر الفيزيائية. ويمكن هندسة خواصها بحسب الطلب، من خلال معالجة الاقتران المغزلي المداري

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

توليفيًّا باستخدام مجالات الليزر. وفي هذه المراجعة، يحدد فكتور جاليتسكي، وإيان سبيلمان خطوط الوضع التجريبي والنظري الحالي للترابط المغزلي المداري في الأنظمة الذرية فائقة البرودة، ويناقشان السمات الفريدة التي تجعل المستحيل فيزيائيًّا ممكنًا في أي وضع معروف آخر.

Spin–orbit coupling in quantum gases

V Galitski *et al*

doi:10.1038/nature11841

الفلك

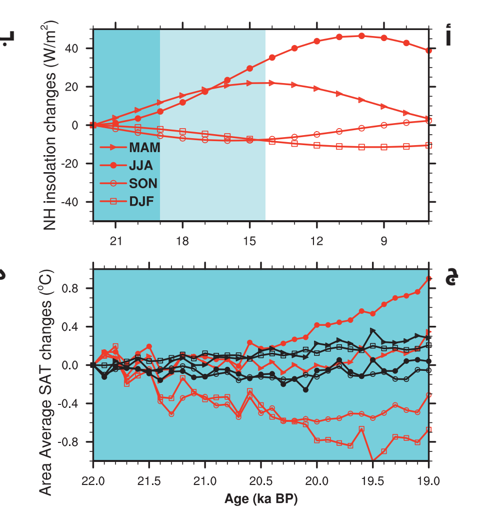
فَقْدٌ في الكتلة يسبق الانفجار

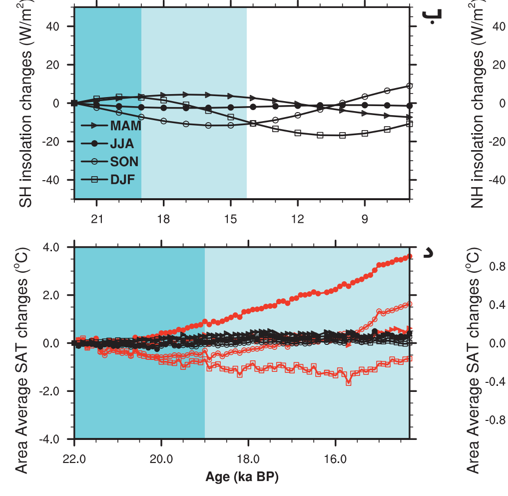
تشير مجموعة قرائن مختلفة إلى أن النجوم فائقة الكتلة تجتاز فترات يحدث فيها فَقْدٌ شديد في الكتلة قُبَيْل انفجارها إلى مستعرات عظمى. وتقدم هذه الدراسة رصدًا لحدث من هذا القبيل؛ فقبل 40 يومًا من وقوع انفجار المستعر الأعظم من نوع «IIn supernova SN 2010mc» ، شهد سلفه خسارة هائلة في الكتلة عقب تَفَجُّر عالي السرعة، تَشَعَّ بطاقة لا تقل عن 610 [إلى 47] إرجًا. وكان سطوع التفجر وسرعته مُتَّسِقَين مع تنبؤات نموذج النبض المولِّد بالموجِّة لانفجارات المستعر الأعظم.

An outburst from a massive star 40 days before a supernova explosion

E. Ofek *et al*

doi:10.1038/nature11877





البيئة / المناخ

ثبوت التأثير الشمالي على ذوبان جليد الجنوبي

وُضِعَت نظرية ميلانكوفتش لتفسير العلاقة بين حركة الأرض والمناخ. وهي ترى أن الدورات الجليدية محكومة في النهاية باختلافات تشمس نصف الكرة الأرضية الشمالي صيفًا (أي تعرّضه لأشعة الشمس). وتدعم التحليلات الطيفية لسجلات المناخ القديم هذه النظرية، لكن الاختبار الآلي بعيد المنال. وتُظهِر مجموعة قرائن أخرى أيضًا أن تغيرات المناخ في نصف الكرة الجنوبي ربما قادت إلى تلك الموجودة في النصف الشمالي، ملقيةً بظلال من الشك على النظرية الأساسية. ويستخدم فنج هِيْ وزملاؤه هنا نموذجًا مزدوجًا للمحيط والغلاف جوي معًا، يُظْهِر أن ذوبان الجليد الأخير كان قد أطلقته بالفعل تغيرات تشمس نصف الكرة الشمالي، متضخمًا بسبب البياض، وغاز ثاني أكسيد الكربون، وتغيرات حركة دوران المياه في المحيط.

Northern Hemisphere forcing of Southern Hemisphere climate during the last deglaciation

F He *et al*

doi:10.1038/nature11822

الشكل أعلاه | مقارنة الاحترار المذيب للجليد بين نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي في محاكاة «ORB». أ- د، تغيرات التشمس عند الغلاف الجوي العلوي في المتوسطات الموسمية: NH خط عرض متوسط – عال في النصف الشمالي (40-90° شمال) **(أ)** وخط عرض متوسط – عال في النصف الجنوبي (40-90° جنوب) **(ب)**. النصف الشمالي (أحمر) والنصف الجنوبي (أزرق) متوسط المساحة SAT في المتوسطات الموسمية بين 22 و19 kyrBP **(ج)** وبين 22 و14.3 kyrBP **(د)**.

التصوير

رسائل مختلطة

بعض أكثر خطوات التقدم إثارة للإعجاب في مجال التصوير تعتمد على وجود اتساق عالٍ بشعاع المسبار، وفي العينة التي يجري تصويرها، لكن معظم الأنظمة تظهر خليطًا من الحالات ـ ناجمة عن تذبذبات شعاع المسبار، والعينة أو الكاشف نفسه، أو كليهما معًا ـ وذلك عادة ما يمثل تعقيدًا غير مرغوب فيه لعملية التصوير. ولذلك.. وضع بيير ثيبو وأندرياس مِنزل منهجية عامة لتشخيص هذه الحالات المختلطة كوسيلة لتحسين إعادة بناء الصورة في وجود اتساق جزئي. والأسلوب الذي يستغل ربطًا غير معترف به حتى الآن بين إجراءات الحَيْد المتسق والتصوير المقطعي الكمِّي لديه القدرة على كشف تطبيقات تصوير جديدة في الأنظمة الكلاسيكية والكمية.

Reconstructing state mixtures from diffraction measurements

P Thibault *et al*

doi:10.1038/nature11806

الوراثة

أرشيفات للمعلومات تعتمد على الـDNA

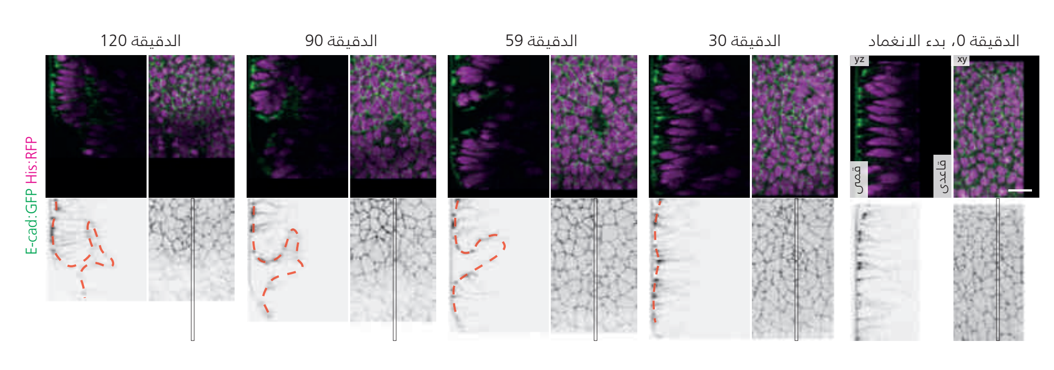
تقترح هذه الدراسة متعددة التخصصات في البيولوجيا التخليقية نظامًا لتخزين المعلومات الرقمية، معتمدًا على الحمض النووي (DNA). ويجري إنتاج المعلومات الرقمية بتزايد مضطرد، مما يتطلب التزامًا متزايدًا لأعمال الصيانة الجارية للوسائط الرقمية في الأرشيفات. والأمر المفاجئ.. أن هذه الأعمال توفر مكانًا للحمض النووي، الذي يمكن أن يكون بمثابة وسيط كثيف ومستقر لتخزين المعلومات. وقد قدَّم نِك جولدمان وآخرون استراتيجية فعالة وقابلة للتطوير مع قدرة قوية على تصحيح الخطأ؛ لترميز كمية قياسية من المعلومات (بما في ذلك نصوص وصور وملفات صوتية) في الحمض النووي. وبعد تخليق «أرشيف الحمض النووي» وشحنه من كاليفورنيا إلى ألمانيا، تم فحص تسلسل الحمض النووي وقراءة المعلومات. وبحسب المعدل الراهن لخفض تكاليف تخليق الحمض النووي، يُتوقَّع أن يصبح تخزين المعلومات المعتمدة على الحمض النووي فعالًا من حيث التكلفة خلال عقد للأرشيفات، المرجَّح أنه لا ضرورة للوصول إليها إلا نادرًا، بعد نحو 50 عامًا.

Towards practical, high-capacity, low-maintenance information storage in synthesized DNA

N Goldman *et al*

doi:10.1038/nature11875

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



البيولوجيا الجنينية

بِنْية ثلاثية الأبعاد في الجنين المبكر

إحدى الخطوات الرئيسة في تخلُّق الجنين المبكر هي انغلاف اللوحاءات (البِنَى الجنينية)، وهي بنى صفائحية الشكل في الطبقة الظهارية التي تنشئ بنى ثلاثية الأبعاد، تستمر لتشكيل الأعضاء المركبة. وفي هذه الدراسة، عرض تاكيفومي كوندو، وشيجيو هاياشي آلية جديدة تدفع بالانغلاف الظهاري للخلايا اللوحائية في القصبة الهوائية لذبابة الفاكهة. وتُظهِر هذه الآلية أن تدوير خلية الانقسام الفتيلي ـ رغم أنه ليس انقسامًا ـ إلى خلايا اللوحاء المركزية مطلوب لتسريع الانغلاف، بالتنسيق مع انقباض ميوسينII الناجم عن مستقبل عامل النمو الظهاري بالخلايا المحيطة. ويرى الباحثون أن تدوير الخلية يؤدي إلى تشابك الخلايا الظهارية تحت الضغط، وتسريع الانغلاف.

Mitotic cell rounding accelerates epithelial invagination
T Kondo *et al*
doi:10.1038/nature11792

الشكل أعلاه | عملية من خطوتين لانغماد القصبة الهوائية. صور بتقنية التصوير باللقطات المتداخلة للبروتين الأخضر الفلوري (E-cad-GFP) وبروتين هستون H2Avالأحمر الأرجواني الفلوري (His-RFP) خلال انغماد القصبة الهوائية. تحدد الخطوط الحمراء المتقطعة الوصلات الملتصقة. كانت لحظة الصفر هو بدء انخفاض الوصلات الملتصقة.

الوراثة الجزيئية

تعرُّف بروتين «IFIT» على الـRNA

تُعدّ بروتينات «IFITs» ـ المُستحثّة بالإنترفيرون مع تكرارات تيتراترايكوبيبتايد ـ من المركبات المضادة للفيروسات في نظام المناعة الطبيعية. ورجحت دراسة حديثة أنها قد تكون بمثابة مجسّات للحمض النووي الريبي للفيروس. وفي هذه الدراسة، كشف يوشان ناجار وزملاؤه الأساس البنيوي للتعرف المحدّد على الحمض النووي الريبي لفيروس ثلاثي الفسفرة «PPP-RNA». وتكشف البِنَى البلورية لبروتين «IFIT5» البشري، ومركبها مع «PPP-RNAs»، وشظية طرفية أمينيّة من«IFIT1» عن أن المجموعة ثلاثية الفوسفات تتطابق تمامًا مع جيب عميق داخل البروتين، يستوعب أيضًا أول ثلاثة نيوكليوتايدات من الحمض النووي الريبي.

Structural basis for viral 59-PPP-RNA recognition by human IFIT proteins
Y Abbas *et al*
doi:10.1038/nature11783

فيزياء الحاسوب/

جاذبية المنطق المغناطيسي

تتطلب الأجهزة الإلكترونية الحديثة دومًا مُعالِجات أسرع، وفعاليةً متنامية. والأجهزة المنطقة (الإلكترونية) المبنية على التأثيرات المغناطيسية قد تلبي بعض هذه المطالب. وتحديدًا، تزداد الفعالية عندما يمكن استخدام كل من الجهد الكهربائي والمجال المغناطيسي للتحكم في الجهاز. لقد صمم جنكي هونج وزملاؤه قناة دقيقة، مصنوعة من شبه الموصل «أنتيمونيد الإنديوم» ذي فجوة نطاق صغيرة، تعتمد خصائصها ـ من حيث التيار والجهد الكهربيين بشدة ـ على إشارة المجال المغناطيسي المطبّق ومقداره. ويمكن برمجة الدوائر المصنوعة من هذه الأجهزة لأداء مهمات «منطقية» إلكترونية محددة، مثل: AND، وOR، وNAND، وNOR. ويمكن لهذا النهج توفير منصة جديدة ـ مثيرة للاهتمام ـ للدوائر المنطقة غير المتطايرة، والقابلة لإعادة التشكيل، حيث يختفي التمييز بين العتاد والبرمجيات تقريبًا.

Magnetic-field-controlled reconfigurable semiconductor logic
S Joo *et al*
doi:10.1038/nature11817

البيولوجيا المجهرية / المناعة

الاستجابة المناعية ضد مسبِّبات المرض

هناك سؤال بالغ الأهمية في مجال المناعة المعوية: كيف يمكن للنظام المناعي أن يزيد استجابات مناعية واقية ضد مسببات الأمراض، مع تجنب هذه الاستجابات العمل ضد الكائنات المتعايشة المفيدة؟ أظهر الباحث جريتشين ديل وآخرون أن البكتيريا المتعايشة تعطي إشارات حرجة، تحدّ من انتقال خلايا «CX3CR1hi» الصفحية المخصوصة البلعمية المتغضِّنة إلى الغدد الليمفاوية المساريقية، مما يثبط حث الاستجابات المناعية المخاطية. وقد تخفف التحويراتُ العلاجية لهذه الخلايا الالتهابات المعوية، أو تعزِّز من تزويد (المعالجة الأولية) اللقاحات المخاطية.

Microbiota restricts trafficking of bacteria to mesenteric lymph nodes by CX3CR1hi cells
G Diehl *et al*
doi:10.1038/nature11809

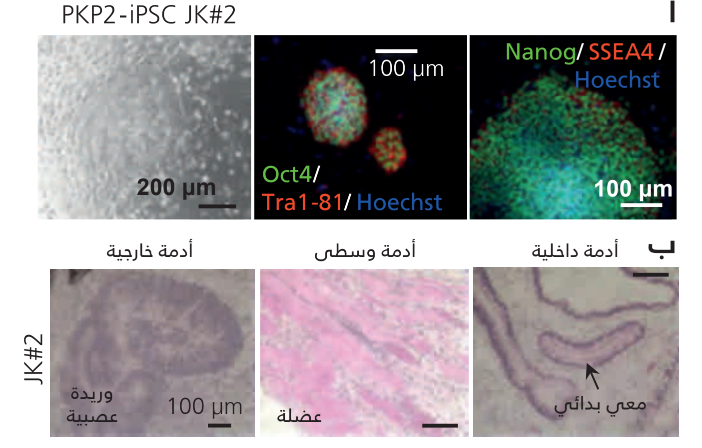
الخلايا الجذعية / الباثولوجيا

نموذج لبدء مرض وراثي في البالغين

إن التطورات الأحدث لبرمجة الخلايا الليفية كخلايا جذعية مُستحثّة متعددة القدرات «iPS» خاصة بالمريض تحديدًا أتاحت نمذجة الاضطرابات الوراثية في أنابيب الاختبار. وفي البالغين، لوحظ أن الأنسجة المشتقة من خلايا جذعية مُستحثة متعددة القدرات أو من خلايا جذعية، كالخلايا العضلية القلبية أو العصبونات، تميل إلى إعادة الوضع الأصلي شبه الجنيني، وفقدان خاصية المرض التي ظهرت بعد فترة كُمُون. وتوضح هذه الدراسة أنه يمكن تكوين نموذج خلال أشهر لمرض وراثي بادئ في البالغين. وقد استخدم الباحثون الخلايا الجذعية المُستحثة متعددة القدرات الخاصة بالمريض مع طفرة «plakophillin-2» لنمذجة سوء نمو البطين الأيمن المُحْدِث لاضْطراب النبض. ولم تكن الباثولوجيا النموذجية واضحة في البداية، لكنها ظهرت في غضون شهرين عندما استحثت استقلاب الطاقة الشبيه بما يحدث في البالغين باستخدام بروتوكول من خمسة عوامل.

Studying arrhythmogenic right ventricular dysplasia with patient-specific iPSCs
C Kim *et al*
doi:10.1038/nature11799

الشكل أسفله | تولد c.2484C < TPKP2 طافر «iPSCs خلايا جذعية مستحثّة متعددة القدرات». أ، كلون JK # 2 الطافر لخلايا جذعية مستحثّة متعددة القدرات عبَّر مستويات كبيرة من البروتينات المحفزة. ب، صور ممثلة لخلايا ثلاث طبقات جرثومية من مقاطع ورم مسخي.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفسيولوجيا الجزيئية

بروتين غشائي يفسر المراد من المِلح

تم التعرف على مستقبِلات تذوُّق المرارة، والحلاوة، والطعم اللاذع اللطيف، لكن لم يتم التعرف على مستقبِلات الملوحة والحموضة بشكل حاسم. وقد وجد بيل شيفر، وصن ووك وانج وفريقهما أن البروتين الغشائي «TMC-1» مطلوب للسلوك الكارِه للملح في دودة «الربداء الرشيقة» المستديرة المجهرية، وأظهروا جميعًا أنه يعمل كقناة أيونية تنشط مباشرة بكلوريد الصوديوم في أنبوب الاختبار. ويرتبط البروتين البشري المُمَاثِل لبروتين «TMC-1» الغشائي بالصَّمَم. وهذه الدراسة تجعل منه مرشحًا جذابًا لقناة التنبيغ (النقل الحراري) الميكانيكي لخلية شعر قوقعة الأذن المَنشُودَة. هذا.. وتحتوي الثدييات على عدد من بروتينات «TMC» الغشائية، لديها وظائف غير معروفة، ومن المحتمل أن واحدًا أو أكثر من هذه البروتينات قد يلعب دورًا في عمليات التنبيغ الحسية، مثل اللمس، أو تذوُّق الملح.

tmc-1 encodes a sodium-sensitive channel required for salt chemosensation in C. elegans

M Chatzigeorgiou *et al*

doi:10.1038/nature11845

البيولوجيا البنيوية

آلية التأثير لمضادات الملاريا العشبية

يستخدم المشتق المهلجن ـ مركب عضوي يتفاعل مع الهالوجين ـ كمادة فعالة في الطب التقليدي الصيني، ومعالِج مضاد للملاريا. ويستخدم مركب الهالوفيوجينون (HF)، في التجارب الإكلينيكية حاليًا. والمعلوم أن الهالوفيوجينون يثبط إنزيم سينثيتاز پروليل الحمض النووي الريبي النقال (ProRS)؛ مما يؤدي إلى تراكم جزيئات الحمض الريبي النووي النقال «tRNAs» غير المشحونة. وقد حل بول شيمل وزملاؤه مسألة البنية البلورية لإنزيم (ProRS)، المرتبط بالأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)، والهالوفيوجينون (HF). ووجدوا أن الأدينوزين ثلاثي الفوسفات يساعد على تثبيت الدواء على إنزيم (ProRS)، بحيث يحتل موقعين للتقييد على الركيزة: واحد للپرولين، والآخر للنهاية 3 من الحمض الريبي النووي النقال. ويرى الباحثون أن هذه المعلومات قد تستخدَم لتطوير مثبطات أخرى لإنزيم سينثيتاز، ربما تحتل الموقعين بطريقة معيارية.

ATP-directed capture of bioactive herbal-based medicine on human tRNA synthetase

H Zhou *et al*

doi:10.1038/nature11774

الخلايا الجذعية / المناعة

تقييم تكوين المناعة لأنسجة الجلد

يمكن أن تنطوي الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS) ـ والمشتقة من خلايا جسدية خاصة بالمريض نفسه ـ على إمكانات علاجية كبيرة. ويُؤمل أن تتجنب الخلايا المتمايزة ـ المشتقة من خلية جذعية مستحثة متعددة القدرات ـ أية ردود فعل مناعية. وفي هذه الدراسة، قام ماسومي إيب وزملاؤه بتقييم تكوين المناعة لأنسجة الجلد، وأنسجة النخاع العظمي المشتقة من مجموعة كبيرة من الخطوط الخلوية للخلايا الجنينية للفئران المتطابقة وراثيًّا، والخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات. وكانت النتائج التي تحصلوا عليها متسقةً مع رفض مناعي ضئيل (لا يُذكَر) من قِبَل المتلقِّي.

Negligible immunogenicity of terminally differentiated cells derived from induced pluripotent or embryonic stem cells

R Araki *et al*

doi:10.1038/nature11807

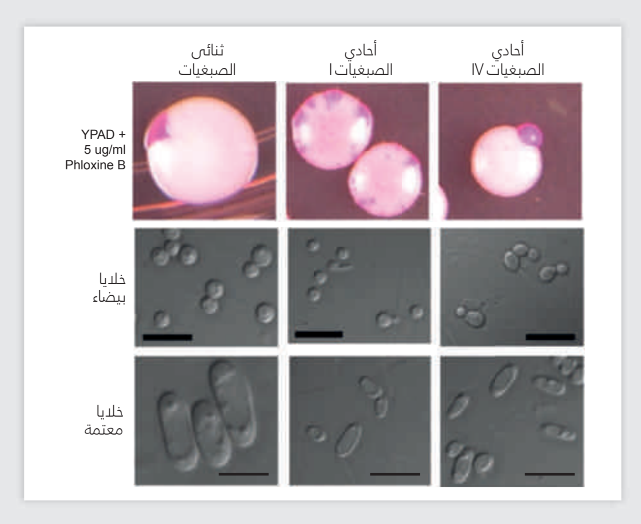
miR-802، Hnf1bg هدفان علاجِيّان

المعلوم أن تنظيم التعبير الجيني من قبل جزيئات الحمض النووي الريبي بالغ الصغر (microRNA) يؤدي دورًا في مختلف الأمراض، بما في ذلك النوع الثاني لمرض السكري. وهنا يتضح أن هناك زيادة في مستوى الحمض النووي الريبي «miR-802» في أكباد الفئران البدينة والبشر. ويتسبب فرط تعبير هذا الحمض النووي الريبي في إضعاف تحمل الجلوكوز وفاعلية الإنسولين، بينما يحسن خفض تعبير هذا الحمض تحمُّل الجلوكوز والحساسية للإنسولين (فاعليته). ويتضح أيضًا أن الإسكات المعتمد على ميكرو الحمض النووي الريبي «miR-802» للجين «Hnf1b» (المسمى أيضًا«Tcf2») يتوسط هذه التأثيرات. ويشير هذا البحث إلى أن كلًّا من«miR-802» و«Hnf1b» هما هدفان علاجيّان محتملان.

Obesity-induced overexpression of miR-802 impairs glucose metabolism through silencing of Hnf1b

J Kornfeld *et al*

doi:10.1038/nature11793



البيولوجيا الجزيئية

دراسة بيولوجيا فطر المبيضة البيضاء

كان فطر المبيضة البيضاء (كانديدا ألبيكانس) ـ المُمْرِض الشائع للبشر ـ يُعتبَر ـ ولفترة طويلة ـ كائنًا حيًّا ثنائي المجموعة الصِّبْغيّة بشكل إجباري، ويتميز بمرحلة نادرة شبه جنسية، رباعية الصيغة الصِّبغيّة، وليس لديه مرحلة انقسام اختزالي. أعاقت هذه الخصائص الدراسات الوراثية الكلاسيكية، وجعلت التلاعب الجزيئي به أكثر صعوبة مما كانت عليه في الخمائر، وعلى سبيل المثال.. خميرة الخباز (الكائن الأنموذج في الدراسات الوراثية). ومؤخرًا، حددت جوديث بِرمَن وزملاؤها حالة أحادية الصيغة الصِّبغية قابلة للحياة من فطر المبيضة البيضاء، مشتقة من الخلايا رباعية الصيغة الصِّبغية. ويمكن عزل هذه الخلايا تحت ظروف الإجهاد في أنبوب الاختبار، أو بعد دورة كاملة داخل الجسم الحي لعائل من الثدييات. والحالات أحادية الصيغة الصِّبغية، والحالات رباعية الصيغة الصِّبغية التلقائية الناتجة عنها أقل ملاءمة في الجسم الحي عندما تتم مقارنتها بالحالات رباعية الصيغة الصِّبغية متباينة اللواقِح. وقد شيَّد المؤلفون عددًا من السلالات أحادية الصِّبغيات المستقرة؛ لتسهيل التحليلات الجزيئية والجينية؛ ولدراسة بيولوجيا فطر المبيضة البيضاء، وضراوته.

The 'obligate diploid' Candida albicans forms mating-competent haploids

M Hickman *et al*

doi:10.1038/nature11865

الشكل أعلاه | مورفولوجيا وكفاءة التزواج لفطر المبيضة البيضاء (كانديدا ألبيكانس) أحادي الصبغيات، التبديل الأبيض المعتم الذي تم الكشف عنه كمستعمرة وردية مقسمة إلى قطاعات (أعلى)، وعن طريق الفحص المجهري للخلايا من القطاعات البيضاء والوردية/المعتمة. ثنائية الصبغيات:$MTLa/MTL\alpha 1\Delta\alpha 2\Delta$ (YJB12234)أحادي الصبغيات I: *MTLa* وأحادي الصبغيات IV: *MTLα*.

المناعة الجزيئية

دور مستقبِلات الدوبامين D2

تحدد هذه الدراسة مستقبِلات «دوبامين D2» في الخلايا النجمية، باعتبارها عنصرًا مهمًّا في السيطرة على المناعة الفطرية في الجهاز العصبي المركزي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وقد ظهر أن بروتين صدمة الحر «αB-crystallin» الصغير ـ الذي لديه أنشطة مضادة للالتهابات والحماية العصبية ـ له أهمية حاسمة في التأثير. ففي الفئران التي تفتقر إلى جين «Drd2»، تُظهِر عدة مناطق في الجهاز العصبي المركزي علامات التهاب، وزيادة التأثر بالسموم العصبية. إن الالتهاب المزمن هو سمة من سمات شيخوخة المخ، وبعض الأمراض التنكسية العصبية. ويُظهِر هذا العمل البحثي أن الاستجابة المناعية الفطرية ـ عبر الخلايا النجمية للجهاز العصبي المركزي ـ هدف دوائي محتمَل في الشيخوخة والمرض.

Suppression of neuroinflammation by astrocytic dopamine D2 receptors via αB-crystallin

W Shao *et al*

doi:10.1038/nature11748



غلاف عدد 14 فبراير 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 14 فبراير من مجلة نيتشر الدولية.

البيولوجيا الجزيئية

ببتايد محفِّز للالتهام الذاتي بخلايا التدييات

الالتهام الذاتي هو مسار تحلُّل ضروري لإزالة البروتينات والعضيات التالفة بالخلايا، وكذلك للوقاية من الإصابة بعدوى مختلف الجراثيم، بما فيها الفيروسات. وفي هذه الدراسة، شيدت بيث لڤين وزملاؤها ببتايدًا نفّاذًا خلويًّا مشتقًّا من جزء من بروتين أساسي للالتهام الذاتي، يسمى «بكلين1» beclin1. وهذا الببتايد مستحث (محفز) قوي للالتهام الذاتي بخلايا الثدييات، وداخل جسم الفئران الحية، وكان فعالًا في إزالة فيروسات عديدة، كفيروس التشيكونجونيا، وفيروس غرب النيل، وفيروس العوز المناعي البشري. ويتقيّد «بكلين1» ببروتين متصل بإمراض النبات المرتبط بأجسام جولجي (GAPR-1)، الذي يعمل كمنظم سلبي للالتهام الذاتي. وتشير هذه النتائج إلى أن ببتايد «بكلين1» المحفز للالتهام الذاتي ينطوي على إمكانات للوقاية والعلاج من نطاق واسع لأمراض البشر.

Identification of a candidate therapeutic autophagy-inducing peptide

S Shoji-Kawata *et al*

doi:10.1038/nature11866

داء السكري

علاجات مرض السكر كمضادات جلوكاجون

إن فرط سكر الدم يكون نتيجة مشتركة لمقاومة الإنسولين، وعدم قدرة الإنسولين على قمع إنتاج الجلوكوز بواسطة الكبد. وغالبًا ما تُستخدم مركبات «البايجوانيد» ـ مثل «ميتفورمين»، و«فينفورمين» ـ لخفض مستويات الجلوكوز المفرطة، لدى مرضى النوع الثاني من السكري. وحتى وقت قريب، كان يُعتقد أن «ميتفورمين» يحدّ من إنتاج الجلوكوز من خلال تنشيط إنزيم بروتين كيناز المُفَعَّل بواسطة أدينوزين أحادي الفوسفات. وتسبب مركبات «البايجوانيد» زيادة مستويات أدينوزين أحادي الفوسفات داخل الخلايا، ونيوكليوتيدات المتصلة بها؛ مما يثبط قدرة «الجلوكاجون» على تنشيط إنزيم سِكلاز الأدينيل. وهذا يؤدي إلى انخفاض مستويات أدينوزين أحادي الفوسفات الحلقي، ونشاط وبروتين كيناز «A»، الذي يمنع الفسفرة في الركائز المهمة؛ للحفاظ على الجلوكوز المنتج من خلايا الكبد. ويشير هذا العمل إلى أن لمضادات «الجلوكاجون» إمكانات مضادة للسكري.

Biguanides suppress hepatic glucagon signalling by decreasing production of cyclic AMP

R Miller *et al*

doi:10.1038/nature11808

البيولوجيا البنيوية

تحليل مقارن لمستقبلات GPCRs

كان فَهْم حالات تشكُّل مستقبِلات بروتين «جي» المقترن (GPCRs) مجالَ بحث كثيف في السنوات الأخيرة. وهذه المستقبِلات هي بروتينات غشائية تعمل كحساسات (مستشعرات) لمجموعة إشارات واسعة خارج الخلية، بما في ذلك فوتونات، وأيونات، وجزيئات عضوية صغيرة، بل وبروتينات بأكملها. ويستهدف ثلث الأدوية المعروفة تقريبًا هذه المستقبلات، بما في ذلك علاجات الجزيء الصغير المستخدَمة لمعالجة اعتلال القلب، والربو، والصداع النصفي. وقد أجرت هذه المراجعة تحليلًا منهجًا لجميع البِنَى عالية الدقة، المعروفة لمستقبل بروتين «جي» المقترن، يقدِّم تبصرًا بالمحددات الجزيئية لمختلف تشكلات مستقبلات بروتين «جي» المقترن. وينبغي أن يسهِّل فَهْمُ كيفية عمل هذه البروتينات الغشائية على المستوى الجزيئي تطويرَ أنواع فرعية انتقائية من العلاجات الناجعة للغاية.

Molecular signatures of G-protein-coupled receptors

A. Venkatakrishnan *et al*

doi:10.1038/nature11896

البيئة

كيف يكافح التنوع البيولوجي المرض؟

أشارت مسارات أدلة عديدة إلى أن فقدان التنوع الحيوي في الأنظمة الإيكولوجية يؤثر على انتقال مسببات الأمراض، وعلى مرض العائل، مع اكتساب مسببات الأمراض اليد العليا. وتميل مسببات الأمراض إلى إصابة أنواع متعددة من العائلين، التي تتفاوت قدراتها في استدامة ونقل العدوى، وقدرة التنوع الحيوي على الحماية من مخاطر المرض. ولذا.. يحتاج العائل المقاوم إلى أن يكون آخر ما يضاف إلى النظام الإيكولوجي، وأول ما يُفقَد. ولاحقًا، يسيطر العائلون ذوو القابلية العالية للمرض على المجتمعات الفقيرة بالأنواع. وتجمع هذه الدراسة بين المسح الميداني للأراضي الرطبة مع حظائر بيئية تجريبية وسيطة (mesocosms)، لإظهار أن البيئة البرمائية التي تعاني من وجود عدوى بالدودة المسطحة الطفيلية، بها ارتباط سلبي بين المرض والتنوع نتيجة لـ«تأثير التمييع» dilution effect. وتسلط هذه النتائج الضوء على قيمة التنوع البيولوجي، باعتبارها نهجًا فعالًا اقتصاديًّا لتقليل انتشار الأمراض المعدية.

Biodiversity decreases disease through predictable changes in host community competence

P Johnson *et al*

doi:10.1038/nature11883

الوراثة

تفاوُت قابلية التوريث للتفاعل بين الجينات

أسفرت الدراسات على نطاق الجينوم عن معلومات مهمة عن الأساس الوراثي للمرض البشري، لكن المواقع الوراثية المحددة لا تشرح سوى قليل عن مساهمة قابلية التوريث في تغاير الصفة. وللبحث عن «قابلية التوريث المفتقدة»، استخدم ليونيد كروجلياك وزملاؤه تهجينًا كبيرًا بين سلالتين من الخميرة؛ لتحليل 46 صفة كمية بتفصيل كبير. ووجد الباحثون أن المواقع الوراثية الكامنة تفسر تقريبًا إجمالي الإسهام في التغاير القابل لتوريث هذه الصفات تقريبًا. واعتمادًا على الصفة، فإسهام قابلية التوريث للتفاعلات بين الجينات تتفاوت من صفر إلى 50%. وتعني هذه النتيجة أنه عندما يتم إجراء دراسة قوية كفاية، يتم الكشف عن الكثير من قابلية التوريث «المفتقدة»، وينشأ المكوّن المفتقد أساسًا من مواقع وراثية كثيرة بتأثيرات صغيرة، ولكنها ليست متناهية الصغر.

Finding the sources of missing heritability in a yeast cross

J Bloom *et al*

doi:10.1038/nature11867

البيولوجيا التطورية / الإحاثة

انعكاس دور فقرات رباعيات الأرجل المبكرة

يُعَدّ وجود عمود فقري متشابك الفقرات شرطًا أساسيًّا في رباعيات الأرجل، أي الفقاريات التي تعيش على اليابسة. ومع ذلك.. تبقى تفاصيل الهيكل العظمي في حفريات رباعيات الأرجل الأقدم صعبة الفهم، لأنها ملفوفة في كثير من الأحيان في قالب صخري. وقد تم مؤخرًا التغلب على هذه العقبة بتطبيق أحدث تقنيات التصوير المقطعي السنكروتروني الدقيق على أشهر ثلاثة أجناس من رباعيات الأرجل المبكرة: *Ichthyostega*، و*Acanthostega*، و *Pederpes*. وكان يُفترض أن لدى رباعيات الأرجل المبكرة فقرات ذات قوس عصبية، وعمودًا فقريًّا من أعلى، ومفردة بين المركزين، أمامية وبطنية، وزوجًا مجاورًا للفقرة، خلفيًّا وبطنيًّا. وبشكل مفاجئ، كشفت عمليات المسح الجديدة عن تصميم *rhachitomous* معكوس؛ ما يسهم بشكل فعال في إعادة كتابة نظرة المقررات الجامعية

لتطور العمود الفقري في أول الفقاريات ذات الأطراف.

Vertebral architecture in the earliest stem tetrapods

S Pierce *et al*

doi:10.1038/nature11825

علوم الأرض والمحيطات

نُشوء مرتفع ماريون

إنّ امتداد «مرتَفَع ماريون» بطول 3100 كيلومتر من حَيْد جنوب غرب المحيط الهندي تحت المحيط الهندي الجنوبي، يعتبر كبيرًا كالمرتفع الأيسلندي الذي تمت دراسته بشكل أوسع، ولكنْ له وادٍ متصدع عميق، بمحاذاة معظم طوله، بدلًا من «ارتفاع» محوري. والمرتفعات المحيطية هي مناطق سامقة، ترتبط عادةً مع نقاط الوشاح الساخنة وقشرة سميكة، مما يشير إلى أنها (نشأت) نتيجة شذوذ حراري في الوشاح. وقد أظهر هوايانج تشو، وهنري ديك مؤخرًا أنّ القشرة الأرضية رقيقة عمومًا، بل ومفقودة في كثير من الأحيان عند مرتفع ماريون. وخلص الباحثان إلى أن المرتفع لا بد أنه نشأ ـ إلى حد كبير ـ كاستجابة توازن في القشرة الأرضية لأحداث انصهارية قديمة هي التي أوجدت وشاحًا مستنفدًا منخفض الكثافة تحت الحيد.

Thin crust as evidence for depleted mantle supporting the Marion Rise

H Zhou *et al*

doi:10.1038/nature11842

الشكل أسفله | نسب صخورية بالوزن لعينات جُمِعَت بواسطة كرّاكات حيد جنوب غرب المحيط الهندي مجمعة مع نسب لكتلة أطلانطس الجبلية بحيد منتصف الأطلسي. أ، حيد جنوب غرب المحيط الهندي باستثناء منطقة تصدع أطلانطسII عند 57° شرقًا. **ب**، منطقة تصدع أطلانطسII بما في ذلك ركام أطلانطس.

أ

%24 بريدوتيت

%4 جابرو

%10 ديابيز

%62 بازلت

238 عينة حفر، 27743 كجم

ب

%30 بريدوتيت

%17 جابرو

%12 ديابيز

%41 بازلت

74 عينة حفر، 3939 كجم

البيولوجيا التطورية

دور الضوء في تطور العين

عندما تشكل الجديلة الوعائية (vasculature) الأوعية الدموية المغذية لغشاء الجسم الزجاجي الشفاف بشبكية العين المتطورة، تنكس الأوعية الدموية المحيطة بالجسم الزجاجي. وهذه العملية مهمة إكلينيكيًّا، لأن النمو المفرط للأوعية الدموية هو السبب الرئيس لعمى الأطفال الخدج. والمفاجئ أن هذه الدراسة تبين مشاركة الضوء في هذا التغير الكبير بعمارة الأنسجة. وقد وجد ريتشارد لانج وزملاؤه بدورهم أن الضوء يحفز تنكس الجديلة الوعائية الزجاجية بالفئران، مشتغلاً عبر المستقبل الضوئي «ميلانوبسين». وفي غياب الضوء، أو «ميلانوبسين»، يتصاعد تنظيم عامل النمو A الخاص ببطانة الأوعية الدموية، وتنتج أوعية دموية غير طبيعية في شبكية العين. ولا يزال يتعين تحديد ما إذا كانت العمليات نفسها تشارك في تطور العين البشرية، أم لا.

A direct and melanopsin-dependent fetal light response regulates mouse eye development

S Rao *et al*

doi:10.1038/nature11823

علم الحياة

خريطة شاملة لبروتينات الخميرة

تُعدّ الخرائط المرجعية الكاملة ذات «المعيار الذهبي» لعناصر داخل النظام مواردَ قيمة لمجتمع البحث. وتعرض هذه الورقة البحثية موردًا واحدًا من هذا القبيل، كخريطة مرجعية كاملة لقياس الطيف الكتلي لخميرة الخباز المتبرعمة. وتأتي الخريطة في نسختين.. واحدة يقودها الاكتشاف (بندقية الصيد)، والأخرى لقياسات بروتيومية تقودها الفرضية (الهدف)، وسوف تدعم معظم الدراسات التي أجريت مع التقنيات البروتيومية المعاصرة. وتقدم الخرائط أساسًا مجموعة اختبارات محددة للغاية، لكشف وحساب كل بروتين من بروتينات الخميرة بأيّ عينة، وتوضح قيمتها هنا في تحليل موضع الصفة الكمية لبروتين (pQTL).

A complete mass-spectrometric map of the yeast proteome applied to quantitative trait analysis

P Picotti *et al*

doi:10.1038/nature11835

علم الأعصاب

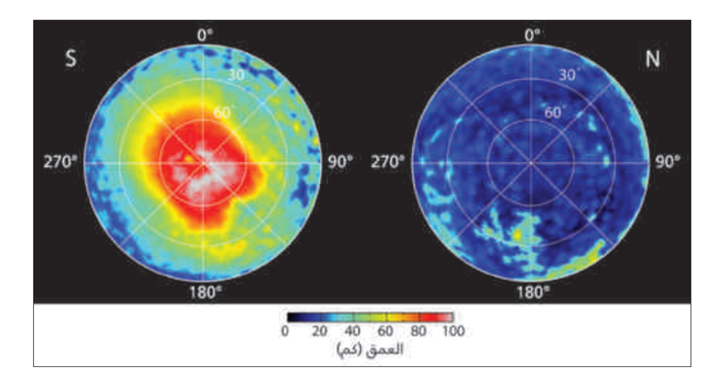
رصْد نشاط خلايا في عمق الدماغ

هناك وجهة نظر سائدة للتنظيم الوظيفي للعقد العصبية القاعدية ـ مناطق بالدماغ تشارك في السيطرة على الحركة ـ تقول إن هناك دارتين عصبيتين متميزتين ومتعارضتين تسهلان وتثبطان الحركة. وقد طور كوستا وزملاؤه تقنية جديدة لرصد نشاط أنواع معينة من الخلايا داخل الجسم الحي في عمق الدماغ عبر الألياف البصرية، واستخدموها لرصد نشاط هذين المسارين في القوارض التي تتصرف بحرية. وبدلًا من معارضة النشاط، ينشط كل من المسارين قبل البدء بالحركة. وهذا يتحدى وجهة النظر الكلاسيكية لوظيفة العقد العصبية القاعدية، وربما تكون لها آثار على فهم أصل أعراض الاضطرابات الحركية، مثل مرض باركنسون.

Concurrent activation of striatal direct and indirect pathways during action initiation

G Cui *et al*

doi:10.1038/nature11846



علم الكواكب

تطور الكويكب 4 ڤيستا عبر اصطدامين كوكبيَّين

كشفت بعثة ناسا «دون» Dawn إلى الكويكب 4 ڤيستا بعض ملامح سطحه التي لم تكن متوقعة، بما في ذلك فوهة (بركانية) كبيرة، أسميت «ڤينينيا» Veneneia، تتركز عليها فوهة أكبر «رياسيلڤيا» تكونت منذ نحو مليار سنة. ,اصطفاف هذين الحوضين الصدميين يعطي الفرصة لتطوير نموذج دقيق عن طبوغرافية (تضاريس) الكويكب ڤيستا. وقد أجرى مارتن جوتزيت وزملاؤه محاكاةً ثلاثية الأبعاد للتطور الإجمالي من خلال اصطدامين متعاقبين على مستوى كواكب. ويعيد نموذجهما ـ بدقة ـ إنتاج شكل ڤيستا المعروف، ويوفر أساسًا وطيدًا لتفسير جيولوجية الكويكب ومعادنه السطحية، وبالتالي، تفسير غيره من أجرام صغيرة بالنظام الشمسي.

The structure of the asteroid 4 Vesta as revealed by models of planet-scale collisions

M. Jutzi *et al*

doi:10.1038/nature11892

الشكل أعلاه | المنشأ الأوَّلي (العمق بالكيلومتر) للمقذوفات والمواد المعرضة على السطح. يسار، نصف الكرة الجنوبي؛ يمين، نصف الكرة الشمالي. الموضح هو النتيجة النهائية لاصطدامين كبيرين كونا حوضي رياسيلڤيا وڤينينيا بالقطب الجنوبي لكويكب ڤيستا. محصلة عمليات محاكاة SPH متعاقبة موضحة في إسقاط لامبرت السمتي (منطقة متساوية). بافتراض كوكب أولي متشعِّع الطبقات، فالمنشأ الأولي يناظر العمق الأولي للمادة قبل الاصطدامين. عمليات المحاكاة توقفت عند (t=2x104) ثانية بعد اصطدام القذيفة. هذه المرة هو ما يعادل تقريبا فترة دوران ڤستا (PVesta=5.3h) ، ويتوافق مع ~10 مرات ديناميكية 2000 ≈(Gρ)-½ ثانية؛ هنا G هي معامل الجاذبية وρ الكثافة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخلايا الجذعية

صيحة إيقاظ لخلايا الكبد الجذعية

حدد هانز كليفرز وزملاؤه تجمعات ساكنة من خلايا الكبد الجذعية البالغة التي يمكن «إيقاظها» بالتلف. ففي الفئران الخاضعة لتلف الكبد، تتكدس الخلايا الصغيرة التي تعبر عن الجين «Lgr5» الذي يستهدف مسارWnt قرب القناة الصفراوية. وقد استُخدمت واحدة من هذه الخلايا لتنمية أعداد كبيرة من الخلايا الجذعية ثنائية القوى في أنبوب الاختبار. وتم تحويل الخلايا الجذعية إلى خلايا كبد عاملة في أنبوب الاختبار، وعندما تم زرع عُضيات الكبد في دراسة على نموذج فأر بأمراض الكبد مصاب بـ«التيروزينمية الأولى I ‏*tyrosinaemia*»، ظهرت جزر شبيهة بخلايا الكبد الطبيعية بالكبد. وليس معروفًا بعد إنْ كانت خلايا الكبد هذه تعمل بكامل طاقتها، أم لا، ولكن النتائج واعدة لنهج تجددي بالكبد.

In vitro expansion of single Lgr5+ liver stem cells induced by Wnt-driven regeneration

M Huch *et al*

doi:10.1038/nature11826

البيولوجيا الجزيئية

فعالية فيمورافينيب بجرعات متقطعة

بينما أظهرت مثبطات BRAF ـ كالمثبط الإنزيمي «فيمورافينيب» ـ آثارًا واعدة جدًّا لدى مرضى أورام ميلانوما طفرة BRAF، فهذه الأورام عمومًا تكتسب مقاومة للمثبط الإنزيمي. ولفهم أسباب وتداعيات هذه المقاومة، نظر ميجنا داس ثاكور وزملاؤه في استجابة أورام الميلانوما، المستمدة من المرضى، ومُطَعّمة في الفئران للمثبط الإنزيمي «فيمورافينيب». وقد وجدوا أن في نماذج إصابة الفئران تصبح أورام الميلانوما المقاومة للمثبط الإنزيمي «فيمورافينيب» معتمدة على الدواء، بحيث يؤدي وقف الدواء إلى انحسار الورم. وهكذا، فقد أثبتوا أن الجدول الزمني للجرعات المتقطعة يمكنه منع نشوء مقاومة للأدوية. ورغم أنه ما زال لم يتعين بعد تحديد مدى أهمية هذه النتائج إكلينيكيًّا، يشير هذا العمل إلى إمكان تحسين فعالية «فيمورافينيب» بتناوله بجرعات متقطعة.

Modelling vemurafenib resistance in melanoma reveals a strategy to forestall drug resistance

M Das Thakur *et al*

doi:10.1038/nature11814

تقنيات المعلومات الكمية

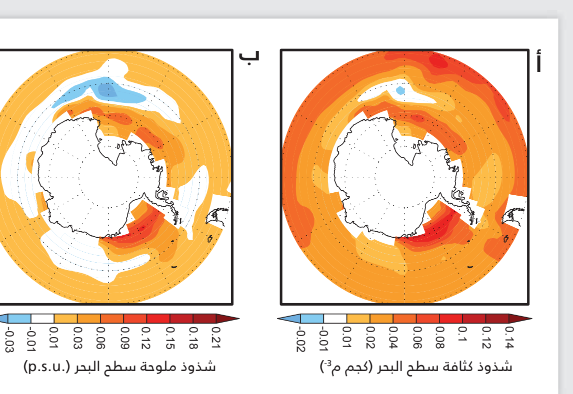
نظام كَمِّي وظيفي هجين

في مجال تقنيات المعلومات الكمي الناشئ، يُتوقع أن تشمل خطوات التقدم القادمة مزيجًا من أنواع مختلفة من أنظمة الكَمّ لاستخدام درجات حرية متفاوتة. وفي هذا السياق، تصف هذه الدراسة بناء نظام «حالة صلبة» يجمع بين عنصر الذاكرة التي لديها حالات كم مديدة العمر، مع واجهة كمية تتيح قراءة مغادرة سهلة. ويتحقق هذا باقتران ذرة ذات مستويين اصطناعيين في شكل «ترانسمون كيوبت» فائق التوصيل، مع تجويفين مختلفي الرنين.. رنان مايكروويفي، ورنان نانوي ميكانيكي. وفي الأداة الهجينة الناتجة، يختزن التجويف الفونوني منخفض التردد معلومات الكم من الكيوبت، بينما يتصل الرنان المايكروويفي الكهربي مع العالم الخارجي.

Hybrid circuit cavity quantum electrodynamics with a micromechanical resonator

J. Pirkkalainen *et al*

doi:10.1038/nature11821



علم المناخ

تغيُّرات الإشعاع أبقت أعماق المحيط باردة

حدث تحول «منتصف البرنشي» في نظام المناخ منذ 430 ألف عام؛ حيث كانت الفترات بين الجليدية ـ الأكثر تبكيرًا ـ باردةً، وكانت التالية دافئة. وسعت المحاولات السابقة لتفسير الحدث باعتباره تغيرًا منهجيًّا في أيٍّ من التأثيرات الخارجية أو الداخلية. فهل هناك أي شيء للبحث؟ هنا يلقي كوي چن ين نظرة جديدة على الدليل، ويخلص إلى أن الأمر لم ينطوِ على تغيير جوهري، وأنه لم يكن هناك «حدث» حقيقي، بل إن تركيبات محددة من تغيرات شدة الإشعاع الشمسي الواردة إلى سلسلة من التغذيات الراجعة هي التي أبقت أعماق المحيط باردة نسبيًّا أثناء الفترات بين الجليدية السابقة في آخر 430 ألف سنة.

Insolation-induced mid-Brunhes transition in Southern Ocean ventilation and deep-ocean temperature

Q Yin *et al*

doi:10.1038/nature11790

الشكل أعلاه | الاختلافات الوسيطة السنوية في كثافة سطح البحر وملوحته المُستَحَثة بالتشميس، بين متوسطات الفترات بين الجليدية السابقة واللاحقة على أحداث منتصف البرنش (MBE)، أ، كثافة سطح البحر؛ **ب،** ملوحة سطح البحر. الاستثناءان MIS19 وMIS7 مستبعدان. الاختصار (p.s.u) يعني وحدات الملوحة العملية.

البيولوجيا الجزيئية

دور بروتين «تي ـ بت» في المناعة المعوية

تبدو الآليات التي تتحول بها الخلايا المناعية ـ من وضع روتيني واقٍ للأنسجة إلى نشاط فعال مضاد للميكروبات ـ عسيرة التحديد. وتُظْهِر هذه الدراسة الحاجة إلى التعبير المشترك لعامل النسخ «تي ـ بت» والمستقبل النووي RORγt لإنتاج «إنترفيرون جاما» من قبل الخلايا اللمفاوية الفطرية في الصفيحة المخصوصة من الأمعاء الدقيقة التي توفر الحماية الظهارية ضد عدوى السالمونيلا في الفئران.

AT-bet gradient controls the fate and function of CCR6-RORγt+ innate lymphoid cells

C Klose *et al*

doi:10.1038/nature11813

الكيمياء الجزيئية

فئة جديدة من المحفز الانتقائي اللاتماثلي

قام فريق من قسم الكيمياء بكلية بوسطن في تشستنت هيل، بولاية ماساتشوستس بتصميم سلسلة من الجزيئات العضوية الصغيرة المترابطة وتخليقها. ولهذه الجزيئات قدرة على تحفيز التحويلات الانتقائية اللاتماثلية. وتحديدًا، لوحظ أن الجزيئات المشتقة من فالينين الحمض الأميني الوافر ـ وهي عملية بسيطة من أربع خطوات تستخدم كواشف رخيصة ـ تحفز تفاعلات كواشف أورجانوبورون غير المشبعة مع الإيمينات والكربونيلات. ونواتج التفاعلات هي أمينات وكحوليات نقية يمكن استخدامها لتخليق جزيئات أكثر تركيبًا، وأنشط حيويًّا لتطبيقات في الكيمياء والبيولوجيا والطب .

Simple organic molecules as catalysts for enantioselective synthesis of amines and alcohols

D Silverio *et al*

doi:10.1038/nature11844

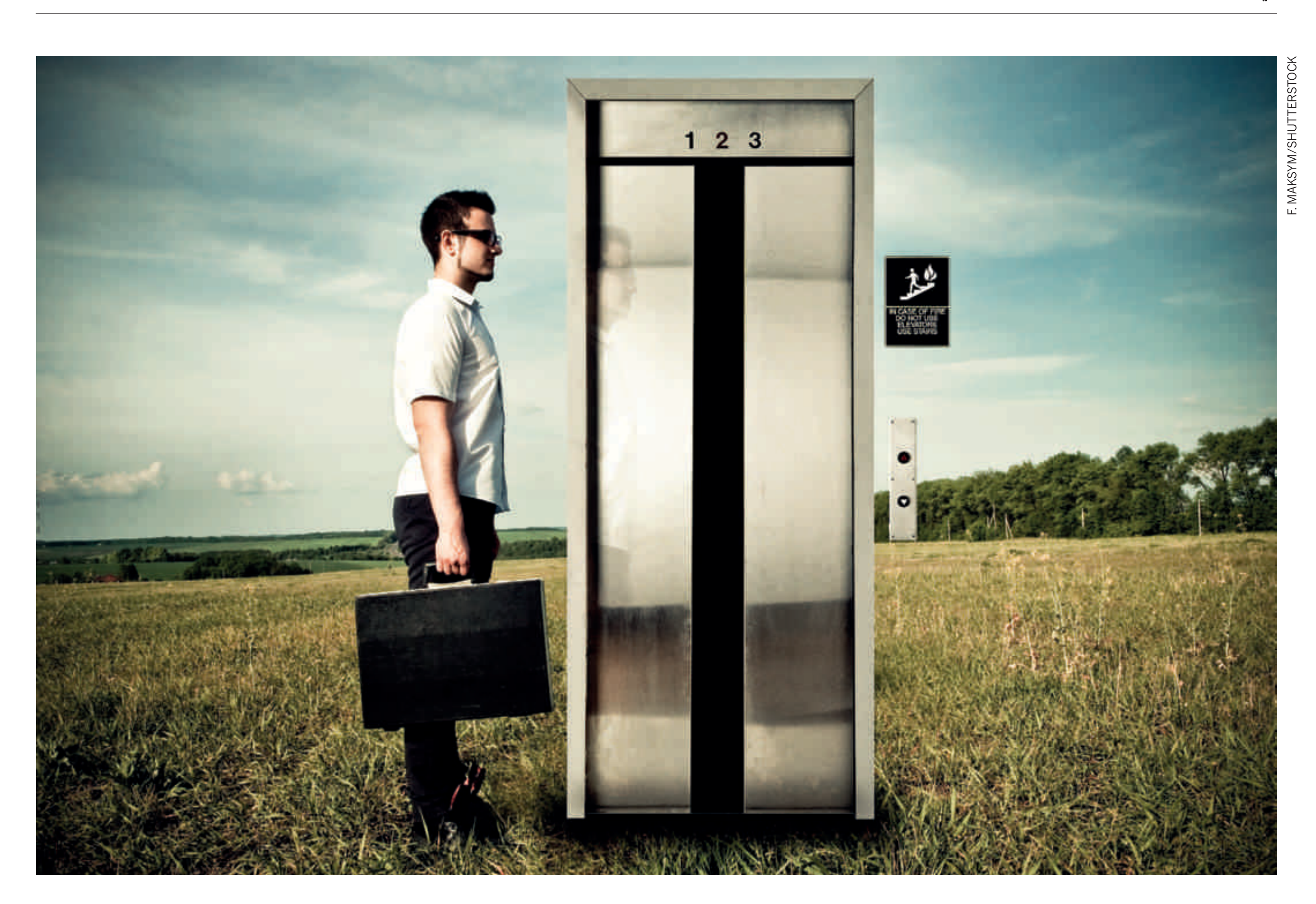
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

البحث الإكلينيكي نصائح للباحثين الذين يفكرون في إجراء تجارب إكلينيكية **ص. 83**

نقطة تحوُّل حوار مع كارل بويتجر حول المفكرة المختبرية المفتوحة على الإنترنت **ص. 87**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



F. MAKSYM/SHUTTERSTOCK

تواصل

دقيقتان.. لتكوين انطباع جيد

من خلال مراجعة دقيقة، يتمكن الباحثون من كتابة «كلمة تعريفية موجزة» مذهلة؛ للترويج لأبحاثهم العلمية لدى جار أو صاحب عمل محتمل، أو سياسي.

روبيرتا كُووك

في قاعة معرض تتسم بالازدحام والنشاط البالغ في «مركز موسكوني» Moscone Center في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا، جلست سيسيليا سيكساس ـ العالِمة في مجال بيولوجيا الخلية ـ أمام كاميرا فيديو، تستعد للترويج لبحثها العلمي في خلال دقيقتين، أو أقل.

قالت سيكساس؛ التي تُجْرِي دراسات ما بعد الدكتوراة بمركز أبحاث الأمراض المزمنة بجامعة لشبونة في البرتغال: «مرحبًا. اسمي سيسيليا. أدرس كيفية تجمُّع الخلايا؛ لتكون عضوًا، عبارة عن (هُدبة) تشبه قرن استشعار يبرز خارج السطح...»

وتشرح سيكساس أن الهدبة تعمل كمستقبِل للإشارات، وغالبًا ما تحتاج إلى استبدال أجزائها، ويمكنها التسبب في الأمراض عند عملها بشكل غير مناسب. ويعلِّق جون فليشمان ـ وهو كاتب علمي في «الجمعية الأمريكية لعلم بيولوجيا الخلية» ASCB في بيثيسدا، ميريلاند، وهو الذي يدير الكاميرا ـ قائلاً: «رائع للغاية! ولقد أتممتِ المطلوب مبكرًا بمقدار 10 ثوانٍ».

كانت سيكساس تتنافس في المسابقة الافتتاحية للكلمة التعريفية الموجزة «بالجمعية الأمريكية لعلم بيولوجيا الخلية». هذا.. ولا يُعدّ الإيجاز من الأدوات الفعالة لدى عديد من العلماء، لكن 20 عالِمًا من حاضري الاجتماع السنوي للجمعية عام 2012 حاولوا - بشجاعة ـ أن يقدموا عرضًا موجزًا لأبحاثهم أمام شخص عادي افتراضي في غضون فترة زمنية تساوي تلك الفترة اللازمة لصعود عدة طوابق من خلال مصعد. وعلى الرغم من أنّ سيكساس لم تفز، فإنها وجدت المسابقة تدريبًا مفيدًا. تقول: «غالبًا ما أستغرق أكثر من ذلك بقليل في تقديمي للشرح. إنني أرى النظام معقدًا. ولذلك.. دائمًا ما أعطي المزيد من التفاصيل».

يُعدّ تقديم كلمة تعريفية موجزة فعّالة من المهارات ◄

الجوهرية. وإذا نحّينا أسئلة الإفادة عن الوظائف في الحفلات الاجتماعية، فقد يحتاج الباحثون إلى تلخيص أعمالهم بإيجاز أثناء إجراء مقابلة عمل من أجل منصب، أو طلب تمويل، أو اصطحاب سياسي زائر في جولة معملية، أو من أجل تشجيع متعاونٍ محتمل في مؤتمر.

حتى المحادثات العادية مع الأصدقاء والجيران بإمكانها تقديم المعرفة حول أهمية الأبحاث المموَّلة من دافعي الضرائب. يقول فليشمان: «يذهب الجميع إلى عشاء عيد الشكر، ويجلس بجوار العمة كيلي ـ على سبيل المثال ـ التي تسأله (ما هو عملك يا عزيزي؟). يجب أن تكونوا قادرين على شرح عملكم، دون جَعْل المستقبِل يعاني الملل».

يُعدّ هذا الأمر شاقًّا بالنسبة إلى عديد من العلماء، حيث من المعروف عن الباحثين أنهم يستخدمون اللغة الاصطلاحية، أو يغدقون في شرح الحقائق، أو يتعثرون تعثرًا هائلًا في تفاصيل تجاربهم، بحيث ينسون ذكر سبب قيامهم بها من الأساس. وهم يشرحون أبحاثهم أحيانًا لجمهور عادي بطريقة الشرح نفسها لزميل في المعمل؛ مما يؤدي إلى صعوبة استيعاب الجمهور.

ومع ذلك.. يستطيع الباحثون تلخيص عملهم من خلال الإعداد الجيد في شكل نقاط رئيسة قليلة. مع التركيز على صلته بالشئون اليومية، وإعداد كلمة تعريفية للجمهور، واستخدام مصطلحات وتشبيهات بسيطة، يمكن تحويل أطروحة علمية مطولة ومشوهة إلى عرض موجز مذهل، مدته دقيقتان.

تحسين الرسالة

يُعدّ القيام بإدراج تفاصيل كثيرة ومطولة من قِبَل العلماء في الكلمات التعريفية التي تخص بحث كلٍّ منهم من الأخطاء الشائعة التي يقع فيها معظمهم. تقول نانسي بارون من سانتا باربرا بكاليفورنيا، التي تعمل مديرة للتوعية العلمية في «كومباس» COMPASS، وهي مؤسسة تساعد العلماء في التواصل بخصوص أبحاثهم: «يتمثل التحدي الأكبر بالنسبة إلى العلماء في أنهم يعانون من لعنة المعرفة الغزيرة للغاية. فدائمًا لديهم مجموعة من الأشياء التي يريدون التحدث عنها، ولكن في الحقيقة، إذا لم يكن لدى شخص ما سوى دقيقة واحدة ليعبِّر فيها عمّا يقوم بعمله، فما الذي يمكن أنْ يقوله فيها؟».

تقترح بارون التفكير في أربعة موضوعات أساسية: المشكلة، وسبب أهميتها، والحلول المحتملة، ومزايا كل حلّ. وللتعامل مع هذه النقاط بإيجاز، يجب أن يدرج العلماء جميع النقاط التي يُحتمَل ظهور رغبتهم في توضيحها، ثم غربلتها إلى أكثر النقاط أهمية. وفي إحدى ورشات عمل بارون، بدأ عالِم يدرس اتجاهات مجتمع قنديل البحر بكتابة وصف لمشكلة بحثه. وذكر في هذا الوصف كيفية تَكَيُّف مرحلة الحياة المسماة (البوليب Polyp) ـ وهي المرحلة الثابتة في حياة قنديل البحر ـ مع الظروف القاسية؛ ونقص البيانات طويلة الأمد حول اتجاهات ذلك المجتمع، والتعامل مع عوامل معقدة، مثل: الإفراط في الصيد، والإثراء الغذائي، والاستنبات المائي. وفي النهاية، لم يحتفظ بغير النقطة الأولى، وهي: «تسبَّب البشر في تدهور النظم البيئية البحرية، وجَعْلها أكثر تهيئة لقنديل البحر».

لتوضيح هدف العمل، يجب أن يتدارس الباحثون الصورة الأكثر شمولية. وعلى سبيل المثال.. غالبًا ما يقول علماء فيزياء الجسيمات إن هدف أبحاثهم يتمثل في قياس بعض الخصائص بدقة عالية. يقول كيرت ريسلمان، رئيس مكتب المعلومات العامة في معمل المسرع القومي «فيرمي» Fermilab في باتافيا بإلينوي: «يجب عليَّ أن أُذَكِّرهم. لا، لا، لا. ليس هذا هو الهدف. إنما هو القياس الذي تريد القيام به. أمّا الهدف، فهو أنك تريد فهمًا أفضل لجسيم ما، أو التحقق من صحة نظرية ما».

أحيانًا، ينسى العلماء شرح المزايا الأكثر عمومية للعمل أيضًا. تقول نانسي بلونت، المدير المساعد لشؤون التواصل المجتمعي في الجمعية الكيميائية الأمريكية في واشنطن العاصمة: «يتحدث العلماء عن تفاصيل الآلية، ولكن لا يتحدثون عن سبب أهميتها لأشخاص آخرين، أو كيف يمكنها تحسين حياتنا». وعلى سبيل المثال.. تقول بلونت إن معظم الناس لن يهتموا ـ حيال الأبحاث المتعلقة ـ بخطوة واحدة في تخليق جزيء ما، ولكنهم يهتمون بما إذا كان العالِم يخبرهم بأنه يعمل على تطوير دواء لمرض مثل الزهايمر.

وحتى إذا كانت التطبيقات العملية لا تزال بعيدة المنال، فعليكم التفكير في كيفية قيام البحث ـ في النهاية ـ بتحسين الصحة، أو الطعام، أو السلامة، أو التقنية اليومية، أو بعض الجوانب الأخرى من حياة عامة الناس.

من المهم إعداد الكلمة التعريفية، بحيث تتناسب مع المستمع. يقول ريتشارد فوكس - وهو شريك في مؤسسة تسويق البحوث مجموعة «أستراليس» Astralis في أورلاندو بفلوريدا، وأحد حكام مسابقة الكلمة التعريفية الموجزة في «مراكز أبحاث الهندسة بالمؤسسة القومية الأمريكية للعلوم» - إن الفقرة النموذجية لمخاطبة سياسي زائر يمكن أن تكون ـ على سبيل المثال ـ شبيهة بالفقرة التالية: «سيؤدي هذا البحث إلى جعل هذا المجتمع نقطة محورية في مجال تقنية النانو». وهنا، يمكن أن نجد مدير مؤسسة أو هيئة من الهيئات العاملة في مجال الحفاظ على التنوع الحيوي راغبًا في معرفة كيف يمكن أن يساعد البحثُ في الحفاظ على التنوع الحيوي، بينما يمكن أن يبحث صاحب عملٍ ما عن معلومات تتعلق بمهارات العالِم ذاته.



«يتمثل التحدّي الأكبر بالنسبة إلى العلماء في أنهم يعانون من بلاء المعرفة الهائلة للغاية»
نانسي بارون

يَسْري الشيء نفسه على المحادثات حول الجوانب التسويقية للبحث. يقول فوكس إن الكلمة التعريفية الموجزة الموجَّهة إلى نائب المدير ـ على سبيل المثال ـ يجب «ألا تشبه ما ستقوله لمهندس مبتدئ»، حيث يهتم المهندسون بكيفية عمل التقنية، أمّا المديرون التنفيذيون، فيسعون إلى مستوى مرتفع من الصورة التفصيلية التي تخبرهم عن كيفية توفيرهم للمال، أو تميّزهم في المسابقة.

من المفضل دائمًا حذف المحاذير والاستثناءات، أو ذكرها في النهاية فقط. يقول ريسلمان إن العلماء قد يخشون تعرُّضهم للنقد من قِبَل باحثين آخرين بأنهم لا يتحرّون الدقة. ويضيف قائلًا إنه ـ في أغلب الأحيان ـ لا يكون استثناءُ القاعدة مهمًّا، إلا إذا رَكَّزَتْ الدراسةُ عليه. تقول بارون إن بعض العلماء يقعون في خطأ الاستهلال بالمحاذير؛ مما يقوِّض مصداقيتهم، ويقلِّل من اهتمام المستمِع.

عملية دقيقة

إنّ تحديد ما ستقول ما هو إلا الخطوة الأولى المهمّة. كما إنّ تحديد (كيفية قوله) له الأهمية نفسها. ويُعدّ تجنُّب المصطلحات المتخصصة ـ مثل أسماء الجينات ـ ذا أهمية قصوى. تقوم نافينتا باتاك ـ وهي عالِمة في مجال بيولوجيا الخلية في جامعة كاليفورنيا بسان دييجو، وإحدى الفائزات في مسابقة الكلمة التعريفية الموجزة في «الجمعية الأمريكية لعلم بيولوجيا الخلية» ـ بدراسة الأورام السرطانية الخبيثة، ولكنها تختار عدم استخدام هذه العبارة في كلمتها التعريفية. وبدلاً من ذلك.. تصف كيفية انتشار خلايا الورم، وتحركها عبر الدم إلى أجزاء أخرى من الجسم.

تقول بلونت إنه يجب تجنُّب بعض الكلمات أو العبارات التي قد لا تبدو متخصِّصة للغاية ـ مثل «التخليق»، أو «آلية التفاعل» ـ لأنها تبدو غامضة للغاية. أما عن العبارة الأنسب، فيمكن أن تكون كالآتي: «إنني أبحث عن طريقة أقل تلويثًا للبيئة؛ لتشكيل هذا المركب الكيميائي».

يمكن جَعْل الكلمات التعريفية الموجزة أمام علماء آخرين مشتملةً على المزيد من التفاصيل المتخصصة، ولكن يجب تجنُّب المفردات المتخصصة كذلك، حيث قد يعرف غير الكيميائيين ماهية الأيونات والكاتيونات، ولكن من غير المحتمل تَذَكُّرهم النقاط الأدق في عملية فيشر تروبش Fischer Tropsch. وحتى علماء الأحياء، قد لا يكونون على دراية ببروتينٍ، أو مسارٍ معين.

تُعدّ التشبيهات والصور القوية من الطرق الفعالة لجذب الاهتمام. وعلى سبيل المثال.. شبَّهَتْ باتاك ـ في كلمتها التعريفية الموجزة الفائزة ـ بِنْيَةَ الخليّة بمثقابٍ يقوم بوَخْز ثقوب عبر الأوعية الدموية. هذا.. ويمكن للتشبيهات أن تفيد في شرح ظاهرة مثل العالَم تحت الذرِّي الخفيّ، الذي يصعب تصوره. وعلى سبيل المثال.. يتذكر ريسلمان مقالة في عدد مارس 2005 من مجلة «سيمتري» *symmetry* ـ وهي مجلة يشترك معمل «فيرمي» في إنتاجها ـ أن أحد علماء فيزياء الجسيمات كتب أن نظرية التناظر الفائق «تصف رقصة كبيرة للجسيمات في الكون بأكمله، ولكنْ لا يمكننا رؤية سوى شريك واحد من كل زوجين حاليًّا». ويقول ريسلمان إن لكل تشبيه عيوبه، ولكن على المتحدث التوصل إلى حل وسط؛ كي يمنح الجمهور صورة لا تُنسَى.

يقول فوكس إن إعداد كلمة تعريفية موجزة لا يعني أن تتم كتابتها كلمة بكلمة، حيث من المفضل كتابة نقاط تعداد رقمي سريعة، والاحتفاظ بالمرونة بما يكفي للتفكير بشكل جيد. وعلى الباحثين الذين يكتبون خطابًا رسميًّا كاملًا، ألا يحاولوا حفظه وتكراره بشكل حرفي، حيث قد يتم فهم ذلك كشيء متكلف. ويُعدّ من المفيد التمرُّن مع العائلة والأصدقاء، أو جمع مجموعة صغيرة من الأشخاص ذوي الخلفيات المختلفة؛ لتَلَقِّي التعليقات منهم. وتقول بارون إن استخدام موقع «تويتر» يُعدّ تدريبًا جيدًا على الإيجاز.

تؤكد بلونت على أهمية الطاقة ولغة الجسد، حيث تقول: «عليكم بالتواصل البصري، واستخدام إيماءات طبيعية للتعبير عن الحماس وجذب اهتمام المستمع. ويجب ترقُّب الإشارات أيضًا.. فإذا لاحظتم فتور اهتمام المستمعين؛ فعليكم التوقف، وإتاحة طرحهم للأسئلة، أو ذكر تفاصيل يمكنها إثارة الاهتمام. على سبيل المثال.. بإمكان شخص يتحدث عن تطوير دواء للزهايمر أن يذكر تجربة جدته مع الحالة؛ لتوضيح مدى قسوة الأعراض».

وأخيرًا، من الضروري مقاومة الدافع المُلِحّ للاستطراد، حيث يتمثل هدف الكلمة التعريفية الموجزة في جذب اهتمام الناس، وليس إخبارهم بكل شيء تجب معرفته. وكما تقول لاين كاسيميرس ـ وهي إحدى حكام مسابقة «الجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الخلوي»، وعالِمة متخصصة في علم بيولوجيا الخلية بجامعة ليهاي في بنسلفانيا: «إذا كانوا يريدون معرفة المزيد، فسيطلبون ذلك». ■

روبيرتا كُوك كاتبة علمية مستقلة في بورلنجيم، بكاليفورنيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحاث إكلينيكية

إجــراء تجــربــة

لابد للمبتدئين الذين يأملون في تدشين تجربة إكلينيكية وإكمالها أن يفهموا التعقيدات المتضمَّنة في هذه العملية.

كيلي راي شاي

قبل أن يبدأ إدوارد شو عامه الرابع في كلية طب آيكان بماونت سيناي في نيويورك، توقَّف لمدة 12 شهرًا؛ ليدشن أول تجربة إكلينيكية له، حيث كان يرغب في تقييم مدى ضرورة توقف المرضى الذين يتناولون دواءً مضادًّا للتجلط ـ الذي يتم تعاطيه عادةً لمنع الأزمات القلبية ـ عن تناوله قبل إجراء جراحة عامة. وظن إدوارد أنه لو كرَّس وقته للمشروع خلال 12 شهرًا؛ فسيمكنه سدّ أي ثغرات في مشروعه، قبل أن يتخرج في عام 2013، وكان هذا تفكيرًا متفائلًا.

ويعترف شو أنه كان طموحًا أكثر مما ينبغي، عندما حدد مدة عام واحد لتحقيق هدفه المتمثل في الاستعانة بعدد 200 مريض، نصفهم سيواصلون تناول الدواء قبل الجراحة، بينما سيتوقف النصف الآخر عن تناوله. وكانت مهمة مستشاره متمثلة في تقديم الإرشادات طوال فترة المشروع، بينما تولى شو أمر الإعدادات اللوجيستية اليومية.

وقد استغرق التخطيط للتجربة وقتًا أطول بكثير مما توقع شو، حتى في وجود مستشار يشجعه، ودعم مالي من زمالة دوريس ديوك للبحث الإكلينيكي، وحصوله على مئات من المشاركين المحتملين، فجميع الباحثين ـ وعلى الأخص الذين يقومون بأول بحث لهم ـ يحتاجون إلى معاونة المتخصصين وشركاء آخرين؛ للشروع في تجربة إكلينيكية. ورغم أن أي قيادة غالبًا ما تكون في أيدي كبار الباحثين، فقد يكون لصغار الباحثين دور كبير خلال تدريبهم، بوصفهم أطباء متخصصين، أو خلال إعدادهم رسائل الدكتوراة، وخصوصًا إذا كان الأمل يحدوهم في تخصيص جزء كبير من حياتهم المهنية للدراسات الإكلينيكية. ومن هنا، كان شو في حاجة إلى المساعدة في كل خطوة يخطوها، سواء من مستشاره، أم من فريق الدعم الذي يتضمن فريق التمريض، ومنسقي الأبحاث، وأخصائيي الإحصاء الحيوي، وأعضاء هيئات المراجعة الرقابية، والجرّاحين، وأخصائيّي أمراض القلب. وفي النهاية، اضطر شو إلى تخفيض حجم العمل إلى دراسة استطلاعية، لكنه اكتسب خبرة كبيرة فيما يلزم لإجراء تجربة.

الخطوات الأولى

من المشروعات الجماعية المستنفِدَة للوقت والجهد: تدشين تجربة إكلينيكية ورعايتها؛ بغية الحصول على بيانات تتعلق بسلامة دواء ما، وكفاءته، أو تحليل من التحاليل التشخيصية، أو جهاز من الأجهزة، أو بروتوكول من البروتوكولات العلاجية. وفي الغالب تفوق مراحل التخطيط توقعات الباحث المبتدئ، من حيث تعقيدها واستهلاكها للوقت، حيث تشمل تحويل الفكرة إلى بروتوكول تفصيلي، وتقدير الموارد، وجَلْبها، والحصول على الموافقة اللازمة لإجراء الدراسة. وتشمل هذه المراحل مراجعات متعددة من الهيئات الرقابية، وأحيانًا جهدًا جهيدًا لتحفيز الأطباء الإكلينيكيين المشغولين الذين لا يظفرون بنصيب يُذكر في النهاية، وفريق العمل معهم، والمتعاونين الرئيسيين الذين يساعدون على توفير طريقة للحصول على مجموعة من المرضى. وتتطلب جميع هذه الأجزاء المتغيرة تنسيقًا دقيقًا.

بالنسبة إلى باحث جديد، تمثل كل خطوة من خطوات التجربة الإكلينيكية خبرة معرفية مهمة، حسب قول كارن زاير



LUCIANO LOZANO/IKON/CORBIS

ـ العميد المساعد لأبحاث طلبة الطب في ماونت سيناي ـ الذي أسهم في الجمع بين شو ومستشاره. وهذه النوعية من الدروس لا يمكن للمتدربين اكتسابها وحدهم من المراجع.

تبدأ التجربة الإكلينيكية بمسألة علمية، لكن قبل تصميم التجربة يتعيّن أن يفكر الباحثون في مدى جدواها: فلابد لهم من تحويل الفكرة إلى فرضية قابلة للاختبار؛ ومن ثم دراسة المرضى المستهدفين، ويستتبع ذلك تحديد الإطار الزمني اللازم للحصول على نتائج، حسب قول إدوارد كيم، رئيس قسم علم الأورام الصلبة والعلاجات الاستقصائية في معهد ليفين للسرطان في تشارلوت بنورث كارولينا. وغالبًا ما تُعالج مسألة جدوى التجربة على أيدي منسقي الأبحاث الإكلينيكية، أو غيرهم من الخبراء في المؤسسة الأم للباحث، الذين يمكنهم مساعدته في تحديد مدى واقعية هدف الدراسة من الناحيتين: المالية، والعملية. وعن ذلك يقول كيم: «في حالات كثيرة تكون لديك فكرة علمية عظيمة، لكنها ليست فكرة عملية (أن تقوم بتجربة إكلينيكية بناء عليها)، مضيفًا أن الفشل هو المرجح حدوثه إذا كانت التجربة تشترط توافر متطلبات قاسية في المريض أكثر مما يمكن أن يتوافر فيه، أو إذا كانت معقدة بشكل يستعصي معه اجتذاب أو علاج عدد كافٍ من المرضى. وينبغي للباحثين المبتدئين التحدث إلى أساتذتهم وذوي الخبرة من الباحثين الإكلينيكيين في مجالهم؛ لمساعدتهم في تحديد مدى واقعية الفكرة.

قد يشكل مجرد حساب العدد الصحيح للمشاركين تحديًا، حسب قول نورما تيرين مديرة مركز تصميم الأبحاث ومركز أبحاث الإحصاء الحيوي في مركز تافتس الطبي في بوسطن بماساشوستس. ويمكن لأخصائي الإحصاء الحيوي أو أخصائي علم الأوبئة المساعدة في ذلك. ومن بين المشكلات الأخرى.. مدى إمكانية إجراء دراسة مجهولة الخطوات (لا يعلم فيها المشاركون أو الباحثون ـ أو كلاهما ـ بالعلاج الموصوف)، أو دراسة عشوائية (يتم فيها تحديد المجموعة العلاجية لكل مشارك من المشاركين بالصدفة)، ومدى إمكانية وجود مصادر محتملة للانحياز، وكيف سيحلل الباحثون البيانات، ولماذا يمكن أن تضيع البيانات (ويشمل ذلك أسباب تسرب المرضى من الدراسة، أو عدم التزامهم بالبروتوكولات)، وكيف سيتعامل الباحثون مع نقاط البيانات المفقودة. وتقول تيرين إنه من الممكن ـ مع العناية اللازمة ـ تصميم الدراسة، بحيث تنخفض نسبة فقدان البيانات إلى أدنى حد ممكن.

النضال المالي

يمكن أن تكون التجارب باهظة التكلفة، حيث تتراوح تكلفتها ما بين عشرات آلاف الدولارات للدراسات الصغيرة إلى مئات الملايين للتجارب الكبيرة التي يشارك فيها أكثر من مركز وفقًا لتقرير صدر عام 2010 عن معهد الطب في واشنطن العاصمة (منتدى اكتشاف الدواء وتطويره واستخداماته، بعنوان: تغيير شكل الأبحاث الإكلينيكية في الولايات المتحدة، مطبعة الأكاديميات الوطنية، 2010). وتتباين التكاليف من دولة إلى دولة. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى اختلاف المعايير الرقابية وممارسات الاستعانة بالمرضى. وحتى داخل الدولة الواحدة تختلف الفواتير التي تدفعها المؤسسات مقابل التأمين، والتحاليل والتوريدات المختبرية، وتشكيل فريق العمل، وغيرها من تكاليف الدراسة. وتؤدي هذه العوامل مجتمعةً إلى جعل التمويل عقبةً رئيسة. ولعل الباحثين في بداية حياتهم المهنية يتمتعون بالقدرة على مطالبة هيئاتهم ومؤسساتهم بتوفير مِنَح صغيرة للبدء في المشروعات البحثية، وتتراوح هذه المنح بين 20 و50 ألف دولار أمريكي لتمويل جمع البيانات الأولية. وفي مركز أندرسون الطبي للسرطان في هيوستن بولاية تكساس ـ على سبيل المثال ـ يمنح برنامج أبحاث تمويل السلالات ـ التابع لمعهد دانكان ـ الأسرةَ مبلغ 50 ألف دولار أمريكي سنويًّا لمدة سنتين؛ لدعم الأبحاث الأولية في مخاطر السرطان، وسبل الوقاية منه، بهدف تحسين درجة نجاح المقترحات المقدمة للحصول على مِنَح أكبر. ويتوفر المال اللازم لإجراء الدراسات الأولية عن طريق بعض من المؤسسات الستين التي تدعمها المعاهد القومية الأمريكية لجوائز العلوم الصحية في المجال الإكلينيكي والعلوم العابرة CTSAs؛ حيث يوفر معهد العلوم الإكلينيكية والعلوم العابرة بجامعة أيوا بمدينة أيوا ـ ◄

على سبيل المثال ـ ما يقرب من 50 ألف دولار أمريكي للدراسة الأوليّة التي لا تستغرق أكثر من عام.

وهناك مجموعة كبيرة من منح العلوم الإكلينيكية والعابرة، تتراوح بين مبلغ صغير لتنفيذ اختبار، إلى مبالغ أكبر للنهوض بمشروع، حسبما تقول روبي جاردنر المتحدثة باسم المعهد القومي الأمريكي للعلوم العابرة المتقدمة في باثيسدا بميريلاند، المشرف على إدارة جوائز العلوم الإكلينيكية والعابرة.

وتتشابه الأرقام في دول أخرى، حيث يقدم مركز أبحاث السرطان البريطاني ـ على سبيل المثال ـ مِنَحًا لدراسات الجدوى، قدرها 25,000 جنيه إسترليني (40,000 دولار أمريكي) سنويًّا لمدة عامين. وفي حالات نادرة، قد يقدم المركز ما يوازي 80,000 جنيه إسترليني.



«قد تفشل الدراسة، إذا لم يكن هناك مَنْ يشجع أجندة البروتوكولات والأبحاث»

إدوارد تشو

يقدم كثير من المؤسسات ـ بما فيها المؤسسات الخاضعة للمعاهد القومية الأمريكية لجوائز العلوم الصحية الإكلينيكية والعابرة ـ تمويلاً للموارد المشتركة الخاصة بالتجارب الإكلينيكية في صورة قسم للإحصاء الحيوي ـ على سبيل المثال ـ أو ميسر، أو منسق دراسات، أو في صورة برامج محددة. أما المؤسسات التي يديرها المؤيدون لحقوق المرضى ـ الذين لا يتحلّون بالصبر في الغالب أمام الإيقاع البطيء للأبحاث الإكلينيكية ـ فلا يقتصر دورها على تمويل التجارب الإكلينيكية، وإنما تدعمها أيضًا عن طريق استقدام مشاركين في التجارب، على سبيل المثال. وإذا لم يكن هناك سجل يبين تاريخ مؤسسة المتدرب في البحث الإكلينيكي، فمن المحتمل أن يتجه التعاون إلى باحث في مؤسسة لديها مثل هذا السجل.

هناك شراكات صناعية، حيث تمول الشركات التجارب الإكلينيكية غالبًا باستخدام أدويتها أو أجهزتها، لكن ينبغي أن يتذكر الباحثون المبتدئون أن اشتراك الصناعة في التجربة قد يعني إطالة المدة اللازمة لصرف الأموال، وتبادل البيانات، وإثارة مسائل تتعلق بحقوق الملكية الفكرية، والسماح بأيّ مراجعات إضافية يقتضيها القانون، أو تتطلبها الشركة نفسها.

ويتعين على الباحثين في التجارب الإكلينيكية الحصول على موافقة الجهات الرقابية على خطة الدراسة، قبل تشكيل فريق عمل، أو قبول المرضى. وتتباين تفاصيل عملية الموافقة من دولة إلى أخرى، بل وداخل الدولة الواحدة، لكنها تتفق في الهدف، الذي يتمثل في: حماية سلامة المرضى الخاضعين للبحث. وينبغي كتابة البروتوكولات وفقًا للإصدار المحلي من معايير حسن الممارسة الإكلينيكية، وهي معايير دولية لتصميم وتنفيذ التجارب الإكلينيكية، وُضعت في مؤتمر دولي لتوحيد المعايير في جنيف بسويسرا.

ويخضع البروتوكول عادة ـ في بعض الدول، مثل الولايات المتحدة، وأستراليا، واليابان، ونيوزيلندا، وجنوب أفريقيا ـ للفحص من قِبَل هيئة مراجعة مؤسسية تابعة لمستشفى الباحث، أو مركزه الطبي. وترفع هيئات المراجعة المؤسسية راية اللوائح على المستوى الفيدرالي، وعلى مستوى الولايات، وعلى المستوى المحلي، كما ترفع راية السياسات الجامعية. ويختلف تفسير اللوائح في كل هيئة من هذه الهيئات، ولذلك.. تقف التعقيدات والعقبات في الغالب في طريق الدراسات التي تجري في أماكن متعددة، وتراجعها أكثر من هيئة من هيئات المراجعة. وكقاعدة عامة، ينبغي للباحثين كتابة بروتوكولاتهم، بحيث يكون فهمها بطريقة في غاية السهولة، فأعضاء هذه الهيئات لن يكونوا بالضرورة على اطلاع بمجال البحث.

يتعين على الباحثين أن يكونوا على استعداد لتبرير أي جانب من جوانب البروتوكول: مثلاً إذا كان البحث يدعو إلى الحصول على 4 عينات من الأنسجة الحية، فعلى الباحث أن يكون قادرًا على شرح السبب الداعي لكل عملية من هذه العمليات. وإذا رأت الهيئة أن مخاطر أيٍّ من هذه الخطوات تفوق المنافع المحتملة، فستطلب تغييرها، وقد يستمر هذا السجال لعدة أشهر، ولا ينتهي عند هذا الحد، حيث تطلب هذه الهيئات غالبًا تقارير عن التجربة أولاً بأول في مواعيد منتظمة خلال فترة التجربة.

وقد يحتاج الباحثون في الولايات المتحدة أيضًا إلى تخصيص شهر أو شهرين لتقديم طلب باعتماد عقار أو جهاز بحثي جديد إلى إدارة الغذاء والدواء، التي ستقوم بمراجعة سلامة هذا العقار أو الجهاز. ولا تنطبق هذه الخطوة على المركّبات الدوائية الجديدة وحدها، وإنما قد تمتد لتشمل المكملات الغذائية، إذا استخدمها الباحث ـ على سبيل المثال ـ لعلاج أحد الأمراض، فهذه المكملات تعتبر من الناحية الفنية عقارًا جديدًا يتطلب مراجعة إدارة الغذاء والدواء، حسبما يقول هارفي أربيت، استشاري الشؤون التنظيمية، والمُحَاضِر بجامعة مينيسوتا في مينيابوليس. وقد تكون صياغة البروتوكول في الأمور المعقدة عاملاً مؤثرًا في ضرورة تقديم الطلب من عدمه: فإذا ذكر مقدم الطلب أن المكمل «يعيد الوظائف الفسيولوجية إلى طبيعتها»، بدلاً من أن يقول إنه «يعالج»، فإن ذلك سيصعب من اتخاذ القرار؛ حيث يقول أربيت إنه لا يوجد سبيل مضمون لاتخاذ القرار في هذا الشأن، فإذا كنتَ غير متأكد، فالأسلم أن تقدِّم الطلب، حتى ولو جاء الرد من الإدارة بخطاب ينص على أنه لم يكن من الضروري تقديم الطلب؛ فمن الجيد حينئذ أن تكون لديك وثائق تثبت ذلك.

الأشخاص المناسبون

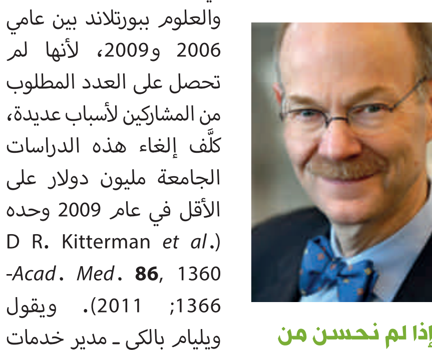
كان هدف شو ـ المتمثل في قبول 200 مريض على الأقل في دراسته ـ يستلزم عمله مع أخصائيين إكلينيكيين متعددين، لكنه رأى أن حاجته إلى التواصل الشخصي مع أطباء القلب والجراحين لترويج دراسته ستكون عقبة مجهضة للدراسة، خصوصًا أنه وافد جديد.. فالمتخصصون يميلون إلى النظر بعين الريبة إلى الدراسات، وإلى حماية مرضاهم، ودراسة شو تحوي مخاطر قد تؤثر على المرضى. وبعد التواصل مع عدد كبير من الأطباء المختصين، استطاع في النهاية أن يضمّ ما يقرب من 12 طبيبًا منهم إلى فريقه.

يساعد الأخصائيون الإكلينيكيّون في تحديد المرضى المؤهلين لإجراء الدراسة عليهم. والأهم من ذلك.. أنهم قد يدعمون الانضمام إلى الدراسة بحديثهم عن إعجابهم بالمشروع، حسب ما قال جيف بيرنز مدير وحدة العلوم الإكلينيكية والعابرة في المركز الطبي لجامعة كانساس بمدينة كانساس. والخطوات التالية على طريق الانضمام تتطلب عملاً كبيرًا، وتتمثل في الفحص المسبق للمرضى بمراجعة تاريخهم المرضي، والتواصل معهم لقياس مدى اهتمامهم، ومناقشة بروتوكولات المشروع معهم، وتحضير مقابلات شخصية للفحص. ومن الأخطاء الشائعة بين الباحثين المستجدين: المبالغة في الاعتماد على مكتب الأخصائي الإكلينيكي لضم المرضى إلى المشروع؛ حيث ينصب تركيز الأخصائيين الإكلينيكيين وفريق عملهم على علاج المرضى، وليس البحث؛ وقد يؤدي ذلك إلى فشل الدراسة «إذا لم يكن هناك من يشجع أجندة البروتوكولات والأبحاث»، حسبما يقول شو. وينبغي أن تخضع عملية ضم المرضى إلى الرقابة في كل خطوة من جانب عضو من أعضاء الفريق، على أن يكون هذا العضو مشاركًا مشاركة كاملة في الدراسة. وربما يكون العضو الباحثَ الرئيس، أو طبيبًا مقيمًا تحت التمرين، أو طالبًا في كلية الطب. ويمكن للباحثين إذا توافرت لهم الأموال الكافية الاستعانة بمنسق لضم المرضى، بغرض تصفية المشاركين المتوقعين لأيّ من الأسباب التي قد تستلزم استبعادهم من الدراسة، وكذلك شرح الدراسة ومخاطرها، وإرسال استمارات الموافقة.

طبيعة عملية ضَمّ المرضى

استغرق شو ستة أشهر لتصميم دراسته، والحصول على موافقة هيئة المراجعة، وجمع فريقه البحثي. واستطاع حينئذ فقط أن يبدأ في ضم المرضى وجمع البيانات. وبعد أشهر قليلة من بدء عملية جمع البيانات، أجرى تحليلاً مبدئيًّا، أظهر أنه يحتاج في الواقع إلى عدة مئات من المشاركين؛ للخروج بنتيجة ذات قيمة. وبنهاية عام الزمالة الخاص به، لم يكن لديه سوى 50 مريضًا. وكانت إحدى المشكلات التي واجهها شو أن رأي طبيب قلب خاص بأحد المرضى المشاركين كان يختلف كثيرًا مع رأي الجراح حول ضرورة امتناع المريض عن تناول مضادّات تراكم الصفائح الدموية، أو استمراره في تناولها، ولذلك لم يتمكن شو من ضم هذا المريض إلى دراسته. وبالإضافة إلى ذلك.. كان التاريخ المرضي للمشاركين المحتملين أكثر تعقيدًا مما توقع؛ الأمر الذي يصعّب من عملية تحديد الشخص المناسب للتجربة.

ولم تكن التحديات التي واجهت عملية ضم المرضى غير معتادة، حيث كشفت دراسة في عام 2011 أن حوالي ثلث الدراسات الإكلينيكية ألغيت في جامعة أوريجون للصحة والعلوم ببورتلاند بين عامي 2006 و2009، لأنها لم تحصل على العدد المطلوب من المشاركين لأسباب عديدة، كلَّف إلغاء هذه الدراسات الجامعة مليون دولار على الأقل في عام 2009 وحده (D R. Kitterman *et al*. *Acad. Med.* **86**, 1360-1366; 2011). ويقول ويليام بالكي ـ مدير خدمات البحث الإكلينيكي في جامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو ـ إن انخفاض معدل الانضمام يمثل مشكلة كبيرة في الولايات المتحدة وغيرها، مضيفًا: «إذا لم نحسن من أدائنا (في مجال ضم المرضى للدراسات)، فإننا بذلك نهدر المال العام، ولا نخدم التقدم العلمي». ويكمن أحد أسباب هذه المشكلة في الحاجة إلى تحليل شامل لجدوى الدراسة؛ لتحديد مدى كفاية عدد المرضى للدراسة المنشودة.



«إذا لم نحسن من أدائنا في مجال ضمّ المرضى للدراسات، فإننا بذلك نهدر المال العام»

ويليام باكي

تعمل بعض المؤسسات ببرامج رسمية لضم المرضى؛ ففي جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو ـ على سبيل المثال ـ يوجد البرنامج الأساسي لضم المشاركين وتنفيذ الدراسات، الذي يخدم الجامعة والباحثين التابعين لها. ويمكن للباحثين أيضًا اللجوء إلى قوائم وأدوات المشاركين على الإنترنت، مثل موقع ResearchMatch.org، الذي يقدم خدمة مجانية على الإنترنت تخلق تواصلاً بين المتطوعين والباحثين، أو حتى استخدام طرق تواصل غير معتادة، مثل وسائط التواصل الاجتماعي.

E. CHU

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يقول بالكي عن ذلك: «لقد حققنا نجاحًا باهرًا ومفاجئًا في ضم المرضى من خلال موقع كريجس ليست، والتواصل معهم من خلال البريد الإلكتروني، والرسائل النصية، وتويتر».

يحتاج الباحثون إلى توخي الحذر عند التواصل مع المرضى من خلال وسائط التواصل الاجتماعي، حيث تقول رالين جوسن، مؤسِّسة شركة «ريبار إنتراكتيف» ـ وهي شركة للتسويق الرقمي تقع في نيو أورليانز بلويزيانا، وتقوم بتجميع المشاركين في الدراسات، والاحتفاظ بأسمائهم ـ إن رسائل الباحثين إلى المشاركين المحتملين تستلزم موافقةً من هيئة المراجعة المحلية، بغض النظر عن كونها مرسلة على الإنترنت، حيث لم تأخذ اللوائح ـ المنظِّمة لعملية ضمّ المرضى للدراسات ـ في حسبانها وسائط التواصل الاجتماعي، ولذلك توصي جوسن برجوع الباحثين إلى هيئة المراجعة، قبل تقديمهم البروتوكول الرسمي لاعتماده.

وتقول جوسن: «قد تسمح لك بعض هيئات المراجعة ببعض التغيير، لكنني رأيت بعضًا من الهيئات لا تسمح بالكتابة عن الدراسة مطلقًا في وسائط التواصل الاجتماعي».

في نهاية العام المخصَّص لتجربة شو الإكلينيكية، قرر هو ومشرفه تحويل التجربة إلى دراسة جدوى تكتمل بإكمال شو دراسته في كلية الطب، لكنه ما زال يشعر أنه أنجز الكثير في عام واحد، وتعلم كثيرًا عن أوجه التعقيد في عملية التجربة الإكلينيكية. وما زال شو يواصل ضمّ المرضى خلال دراسته في عامه الرابع في كلية الطب، وجمع البيانات؛ متطلِّعًا إلى إطلاق تجربة إكلينيكية جديدة في المستقبل.

يقول شو: «لقد اكتسبت خبرة علمية». ويتوقع شو أن تكون تجربته التالية «أسهل من حيث إدارتها»، بسبب ما اكتسبه من فهم لأسلوب إجراء الدراسات. ■

كيلي راي شاي كاتبة مستقلة، في كاري، ولاية نورث كارولينا.

SWEET LANA/SHUTTERSTOCK

عمود

متواصلون بشكل أفضل

يتفق **مارك فيشمان**، و**روبرت كروس**، و**بريجيتا تادمور** على أنّ «الشبكات غير الرسمية تعتبر وسيلة أساسية للتَّشارُك في الأفكار».

تسعى مؤسسات البحث العلمي والتطوير إلى إجراء تعديلات متواصلة على هيكليتها التنظيمية؛ لدعم الإبداع والابتكار، ولزيادة قدراتها الإنتاجية. وبرغم ذلك.. لا يمكن الإشارة إلى نموذج تنظيميّ بعينه على اعتباره الخيار الأمثل، سواء على المستوى الأكاديمي، أم الصناعي.

وعلى الرغم من الأهمية الكبرى التي تحظى بها الهياكل التنظيمية، إلا أن الاكتشاف العلمي هو عملية وجدانيّة، تشكِّلها البيئة الاجتماعية. ففي عام 2011، قامت شركة «نوفارتس» للأدوية ـ ومقرها بازل بسويسرا ـ بإجراء دراسة عن عمليات التواصل والتفاعل بين الموظفين بمعاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي (NIBR)، الذراع العالمية للشركة في مجال اكتشاف العقاقير؛ وذلك في محاولةٍ منها لتحسين ديناميكيات التفاهم بين الأفراد، ودعم الابتكار. وفي الوقت الذي تم فيه إجراء الدراسة، قامت معاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي بتوظيف ما يقرب من 6,600 فرد في عشرة مواقع مختلفة بالولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا، وآسيا.

كان الهدف من هذه الدراسة أن نَعِي كيف يقوم الأفراد النافذون والمؤثرون بشبكة المعلومات (الذين يمثلون نقاط التلاقي الأساسية) بالتأثير على عمليات الوصول للمعلومات، والتشارك في الأفكار، وحل المشكلات، إلى غير ذلك من عناصر ومكونات الاكتشاف العلمي. وقد تبين لنا أن هيكلية الشبكات غير الرسمية ـ التي توضح كيف يتواصل الناس على أسس يومية ـ تختلف بشكل كبير عن مثيلتها في الشبكات الرسمية، التي تتسم بالهيكلية التنظيمية التراتبية.. فنقاط التلاقي بالشبكة غير الرسمية تقوم بدور أفضل في تشارك الأفكار، وتذليل الصعوبات، ومن ذلك.. ما تضطلع به القيادات والمديرون الذين يتم تعيينهم بشكل رسمي. كذلك تؤكد البيانات التي توصلنا إليها على أن تحسين كيفية تفاعل الفرد مع الشبكة غير الرسمية التي ينتمي إليها دائمًا ما يكون له أثر فعال على عمليات الابتكار والإبداع، يفوق بصورة كبيرة ذلك التأثير الناجم عن الدورات الإلزامية عن القيادة والأداء. ويمكن تطبيق هذه النتائج بالقدر نفسه على عديد من مؤسسات البحث العلمي والتطوير.

تصميم الشبكات

ولتقييم شبكة المعلومات الخاصة بالباحثين بمعاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي، قمنا بإصدار استبيان، يقوم من خلاله المجيبون بتحديد الأفراد الذين يشعرون بالحاجة إلى التواصل والتفاعل معهم داخل المؤسسة، والتعريف بهم، سواء كان ذلك بصورة مباشرة، أم من خلال الهاتف، أم حتى عبر البريد الإلكتروني، شريطة أن يكون هذا التفاعل حاسمًا ومؤثرًا في واقع العمل الذي يقومون به. وفي هذا السياق، طلبنا من المجيبين على الاستبيان تقييم أسباب وجودة هذه التفاعلات، فضلًا عن مدى احتياجهم إلى التواصل مع أفراد أو أقسام أو خبرات بعينها. وفي خطوة تالية، قمنا بتصنيف الأسباب الكامنة وراءها، على أساس: الوصول إلى المعلومات، أو حل المشكلات، أو تَشارُك الأفكار، أو الوصول إلى القيادات وصناع القرار، أو الدعم السياسي والدعم الشخصي، أو النصيحة. كما قمنا بتصنيف التفاعلات على أساس: منشطة، أم مثبطة؛ مسهِّلة، أم معوِّقة؛ لمناقشة الأفكار الجديدة والآراء المتنوعة؛ بحيث تضفي الإحساس بالهدف، أو الشعور بالإلحاح؛ وأخيرًا تقديمها لنموذج واضح للسلوك القيادي.

وأخيرًا، قمنا بجمع البيانات الديموغرافية عن كل فرد، بما في ذلك عدد سنوات العمل بمعاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي، ولغته الأساسية، والنوع، ونموذج الشخصية على مقياس «مايرز- بريجس»؛ وقد بلغ المعدل الإجمالي للمشاركة قرابة 70%، شملت حوالي 70,000 علاقة تفاعلية (بمعدل 11 لكل موظف).

وقد تمت حوالي 60% من التفاعلات الواردة بالاستبيان في إطار القسم؛ أما النسبة الباقية (40%)، فقد تجاوزت حدود الفروع والأقسام العلمية. وقد سجل عديد من العلماء الحاجة إلى مزيد من التوصل إلى أعداد أخرى من الباحثين أوالقيادات، سواء داخل القسم الواحد، أم عبر الأقسام المختلفة. ويعتمد حجم الشبكة ـ فيما يبدو ـ في الأساس على المكانة الوظيفية، ومدة الخدمة، فالشبكات الخاصة بالقيادات من أصحاب الدرجات ◄

الوظيفية المرموقة (الذين يشكلون 0.5% من إجمالي العاملين بالمؤسسة) يزداد حجمها بما يقارب عشرة أضعاف الشبكات الخاصة بشاغلي الدرجات الوظيفية الدُّنيا؛ كذلك يستغرق الأمر حوالي ثلاث سنوات بعد انضمام الفرد إلى العمل بالمؤسسة؛ لتتسع الشبكة الخاصة به، وتبلغ معدل الحجم الطبيعي. وقد أبدى الباحثون ـ لا سيما في قارة آسيا ـ تفاعلًا أقل مع أقرانهم الذين يعملون في نطاق مناطق جغرافية مختلفة، بل والذين يعملون بمبانٍ أو طوابق مغايرة لتلك التي يعملون بها. وقد سجلت مؤسسات بحثية أخرى[1] أن التفاعلات تتراجع بشكل كبير عندما تتجاوز المسافة خمسة عشر مترًا.

وأخيرًا، فقد لاحظنا وجود ميول دقيقة وخفية في تشكيل الشبكات، تعتمد في الأساس على عناصر: الثقافة، واللغة، والجنس؛ فالعلماء في شنجهاي بالصين ـ على سبيل المثال ـ لديهم شبكات أقل حجمًا من أقرانهم بالولايات المتحدة، أو أوروبا، لكنهم برغم ذلك يستغرقون ضعف الوقت الذي يستغرقه هؤلاء في كل حدث تفاعلي فيما بينهم. ولعل في ذلك ما يدعم الفكرة السائدة بأن عملية بناء العلاقات تمثِّل مكونًا مهمًّا في ثقافة المؤسسات الآسيوية. كذلك لاحظنا أن العلماء الذين يتحدثون اللغة السائدة بالموقع عادةً ما يتمتعون بشبكات أوسع من تلك الخاصة بالعلماء الذين يتحدثون لغات ثانوية. ولا يختلف الحال كثيرًا فيما يتعلق بالنوع، فالرجال عادة ما يتمتعون بشبكات أوسع من النساء، ويفضلون التواصل مع أقرانهم من الرجال، فضلًا عن ميولهم الواضحة إلى عدم النظر إلى النساء باعتبارهن نماذج قيادية. وتتماهى هذه النتائج مع التصورات السوسيولوجية القائلة بأن الأفراد عادة ما يميلون لأعضاء «جماعتهم» أكثر من الآخرين.

نقاط التلاقي الرئيسة

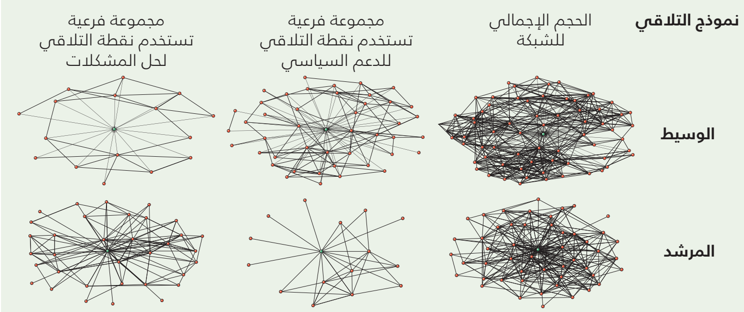
كشفت الدراسة ـ بوجه عام ـ عن أن العلماء الذين يتمتعون بعلاقات تواصل إيجابية مع الآخرين عادةً ما يكون لديهم شبكات أوسع من تلك المتوقعة من موقعهم الرسمي في السلم الوظيفي (والعكس صحيح)؛ فهؤلاء الذين يرسِّخون معنى الهدف، ويقدمون نموذجًا ملهمًا للآخرين، يتم تعقُّبهم وتحرِّيهم بدقة من قِبَل أعضاء شبكاتهم للتَّشارُك في الأفكار، والحصول من خلالهم على المعلومات، وحل المشكلات، والدعم الشخصي. وقد أمكننا في هذا السياق التمييز بين ثلاث فئات متباينة من العلماء الذين يمثلون مساحات رئيسة؛ للتلاقي داخل الشبكات التي ينتمون إليها:

الخبراء: يقدم هذا الفصيل من العلماء الخبرة المطلوبة في بعض المجالات التقنية والعلمية والإكلينيكية عبر معاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي. ويوجد هذا الفصيل على كافة المستويات، وعبر جميع الوظائف والأعمال بالمنظمة؛ ويقوم بعض هؤلاء الخبراء بتقديم ما لديهم من خبرات على المستوى المحلي (داخل وحدة فرعية تابعة للقسم)، بينما يقدم آخرون خبراتهم على مستويات أوسع، سواء على المستوى الجغرافي، أم على مستوى الأقسام العلمية. وتميل هذه المجموعة من العلماء ـ كأفراد ـ إلى أن يكونوا أكثر تحليلًا وانطواءً.

المرشدون: تضفي هذه المجموعة من العلماء على الآخرين الإحساس بالهدف؛ وفي المقابل.. يشعر أقرانهم عادة بالأريحية عند الاقتراب منهم عبر بوابات الأفكار الجديدة، والآراء المتنوعة. ومن ثم، فإن هذه الفئة عادةً

نقاط التقاطع داخل الشبكة

الوسطاء والمرشدون (اللون الأخضر) يعملون بالقرب من الأفراد (اللون الأحمر). وبينما يمثل الوسطاء مطلبًا أساسيًّا من أجل الدعم السياسي، هناك حاجة إلى المرشدين من أجل حل المشكلات.



ما تكون مطلبًا من قِبَل الآخرين؛ من أجل الحصول على المساعدة في حل المشكلات، والحصول على الدعم الشخصي والنصيحة (انظر نقاط التلاقي داخل الشبكة). ويوجد هذا الفصيل عبر كافة المستويات، ويزداد اتساع شبكة اتصالاتهم بفضل تفاعلاتهم الإيجابية، بنسبة تبلغ 50% عن المعدل الطبيعي. وجدير بالذكر أنه ليس ثمة نمط مهيمن للشخصية يمكن تحديده داخل هذه الفئة.

الوسطاء: تتمتع هذه الفئة من العلماء بشبكة اتصالات أكثر تمددًا واتساعًا، وتتزايد اتصالاتهم على المستويين الوظيفي والجغرافي. وتميل هذه المجموعة إلى المناصب العليا والظهور، ويبرز دورهم بشكل واضح في تقديم الدعم السياسي، والوصول إلى صانع القرار. وهذه الفئة لا تكون محل طلب في الأساس من أجل التشارك بالأفكار، أو حل المشكلات، أو تقديم الخبرة العلمية؛ أمّا نمط الشخصية الذي تميل إليه، فهو ذلك النمط الانبساطي الجازم.

> «هؤلاء الذين يرسِّخون معنى الهدف، ويقدمون نموذجًا مُلهِمًا للآخرين يتم تعقُّبهم وتحريهم بدقة من خلال أعضاء شبكاتهم؛ للتَّشارُك في الأفكار، وحل المشكلات.»

والحقيقة أن مساحات الإلتقاء الرئيسة تتمتع بتأثير بالغ داخل المؤسسة. فقد بينت دراسات سابقة أن أحد التميزات المهمة يتمثل فيما إذا كان الفرد مشجعًا أو مثبطًا داخل الشبكة التي ينتمي إليها[2]. وقد وجدنا أن الأفراد القادرين على استثارة دوافع زملائهم في العمل عادةً ما يتمتعون بالقدرة ذاتها على مستوى شبكة اتصالاتهم؛ كذلك فإن هذا الصنف من الأفراد يتميز بقدرته على خلق البيئة المناسبة لدعم التعاون، والتشجيع على التضامن في حل المشكلات، والتشارك في الأفكار. أما المثبطون، فعادةً ما يخلقون بيئة تبعث على النفور والإحجام عن مثل هذا التشارك. وإذا كانت مساحات التلاقي لدى فئة المستشارين تتسم بالتشجيع واستثارة الدوافع، فإنها لدى الخبراء والوسطاء قادرة على التأثير المزدوج في كلا الاتجاهين.. التشجيعي، والتثبيطي؛ وتكون التأثيرات الإيجابية والسلبية ـ على السواء ـ أكثر وضوحًا وجلاءً في حال انتماء الأفراد إلى شبكات أوسع.

التأثيرات

كيف استفدنا من البيانات التي قمنا بجمعها؟ تمت الدراسة التي قامت بها معاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي بدون تسجيل أسماء المشاركين، أو توقيعاتهم، لتأمين معدلات أعلى من المشاركة، الأمر الذي يضمن عدم التوجيه، الذي من شأنه أيضًا أن يضمن تداخلًا بلا قيود مع أفراد بعينهم؛ إلا أننا قمنا في السياق نفسه باتخاذ عدد من الإجراءات، حيث سعينا، أولًا، للتشارك بالأفكار العامة والملاحظات الخاصة بالدراسة مع المؤسسة، كذلك حرصنا على إلقاء الضوء على مستوى ونوعية التفاعلات، سواء داخل القسم الواحد، أم فيما بين الأقسام، فضلًا عن تحديد المساحات التي تعاني نقصًا في التعاون الداخلي (داخل القسم الواحد)، أم البيني (بين الأقسام)، الأمر الذي منح الباحثين فرصةً مواتيةً لمعالجة كافة الموضوعات.

ثانيًا، قمنا بإمداد كافة الأفراد ـ من خلال استخدامنا لموقع سري ـ بالمعلومات اللازمة عن كيفية تصور الشبكة لهم كأفراد، وكيف يتم إدراكهم داخل هذه الشبكة. كذلك قمنا بتوفير عمليات تدريب فردية، فضلًا عن ورشات عمل للمجموعات الصغيرة أو الفرق، بما في ذلك ورشات عمل عن أنماط الشخصية والتحيُّزات اللاشعورية، وكيفية تأثير هذه العوامل على التفاعل مع الآخرين.

وقد استطاع ما يربو على 60% من العاملين بمعاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي الحصول على المعلومات الخاصة بهم عن الشبكة، التي اتسمت بالذاتية ـ اعتمادها على الشخصية ذاتها ـ واعتمادها على الموقع الإلكتروني، بما في ذلك الأفراد الذين لم يشاركوا بالإجابة على الاستبيان، ولكن وردت أسماؤهم بشبكات اتصالات أفراد آخرين. وقد انخرط ما يزيد على 10% (حوالي 700 فرد) كمتطوعين في أنشطة المتابعة (بلغت هذه النسبة بين القيادات التي تشغل مناصب رفيعة حوالي 25%)، بما في ذلك الشبكات الصغيرة، بدرجة تفوق المتوقع، أو رديئة النوعية.

ونعتقد أن مساعدة مجموعة صغيرة نسبيًّا من العلماء الذين يحملون دوافع ذاتية لتحسين تفاعلاتهم وصلاتهم ـ بأن تصبح أكثر سهولة فيما يتعلق بالتشارك في الأفكار الجديدة ـ سوف تخلق ثقافة إبداعية بصورة تفوق بمراحل إجراء تعديلات رسمية في الهيكل التنظيمي، أو إقامة تدريبات للمديرين والقادة. وجدير بالذكر أن أبحاثًا أخرى عن الشبكات قد تقدمت بذات المقترحات[3].

إن شبكات المعلومات لا تدخل غالبًا ضمن منظومات تقييم الأداء التقليدي في المؤسسات العلمية، حيث يقوم المديرون والرؤساء المباشرون بإجراء التقييمات، دون وجود مدخلات كافية من أقرانهم. ونعتقد أن مثل هذا التجاهل قد أثبت فشلًا ذريعًا في تقديم حوافز كافية، وبواعث فعالة للتعاون الكامل بين الأفراد. وتؤكد تصوراتنا للعمليات التفاعلية بمعاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي أن عمليات التغذية الراجعة من الشبكات غير الرسمية ـ جنبًا إلى جنب مع تدريب الأفراد والمجموعات الصغيرة، وبغض النظر عن المجال العلمي ـ سوف تساعد بصورة فعالة على إيجاد ثقافة إبداعية ابتكارية. ■

مارك فيشمان رئيس معاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي (NIBR) بكمبريدج، ماساشوستس. **روبرت كروس** أستاذ مشارك في الإدارة بجامعة فرجينيا، شارلوتسفيل، شارلوتسفيل. **بريجيتا تادمور** نائب رئيس التعليم والتنوع والشمول بمعاهد نوفارتس لأبحاث الطب الحيوي.

1. Allen, T. J. *Managing the Flow of Technology: Technology Transfer and the Dissemination of Technological Information within the R&D Organisation* (MIT Press, 1977).
2. Baker, W., Cross, R. & Wooten, M. in *Positive Organizational Scholarship: Foundations of a New Discipline* (eds Cameron, K. S., Dutton, J. E. & Quinn, R. E.) 328–342 (Berrett-Koehler, 2003).
3. Xie, J. *et al. Phys. Rev. E* **84,** 011130 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نقطة تحوُّل
كارل بويتِجر

أثناء دراسته لنيل درجة الدكتوراة في الإيكولوجيا الرياضية في جامعة كاليفورنيا في دافيس، دشَّن كارل بويتِجر شيئًا أشبه بتجربة مهنية، حيث أنشأ مفكرةً مختبرية مفتوحة على الإنترنت؛ بهدف إيجاد سُبل جديدة لتبادل العلم، والسعي إلى فرص للتعاون. وفيما يستهل بويتِجر دراسته لمرحلة ما بعد الدكتوراة في جامعة كاليفورنيا في سانتا كروز، يستعرض إيجابيات وسلبيات مشاركة عمله على الإنترنت.

كنتَ متخصصًا في الفيزياء في مرحلة البكالوريوس، فكيف تحولت إلى الإيكولوجيا؟

كطالب في مرحلة البكالوريوس، لم أكن أستمتع بدروس البيولوجيا ـ التي هي في الأساس حِفْظ واستظهار للحقائق ـ بقدر استمتاعي بدروس الفيزياء، التي كانت تشتمل على حل المشكلات.. لكنني كنتُ أعرف أنني سأترك الفيزياء بعد حصولي على خلفية كمية. وفي سنتي الثانية، التقيت بسايمون ليفين، أستاذ الإيكولوجيا الرياضية في جامعة برينستون في نيوجيرسي، وأعتقد أنني أخبرته بأنني أريد الدخول في مجال الإيكولوجيا؛ لإضفاء مزيد من الطابع الرياضي عليه. وأنا على يقين من أنه قاوم رغبته المُلِحَّة في إلقائي من النافذة، لكنه دعاني إلى حضور عروضه التقديمية الأسبوعية في المختبر. كان ذلك ـ فضلًا عن مشروع بحثي مع واحد من طلابه في مرحلة ما بعد الدكتوراة هو التدريب الوحيد الذي حصلت عليه في الإيكولوجيا قبل دراستي للدكتوراة.

هل صادفتَ نقطة تحوُّل في مشوارك المِهني؟

حصلتُ على زمالة في العلوم الحسابية من وزارة الطاقة الأمريكية، مصممة لتشجيع الحوسبة الفائقة في مختلف العلوم. وكان الحصول على تلك الزمالة، والتفكير بطريقة حسابية بدرجة أكبر نقطتي تحول كبيرتين.. في مشواري المهني، فالبرنامج مشترك بين حقول علمية كثيرة، حيث يجمعنا ـ كعلماء فيزياء فلكية، وعلماء في بيولوجيا الجينوم، وعلماء إيكولوجيا ـ في مؤتمر سنويًّا، بحيث نستطيع التحدث بلغة حاسوبية واحدة، إنْ لم يكن بلغة علمية واحدة.

لماذا أنشأتَ مفكرتك المفتوحة؟

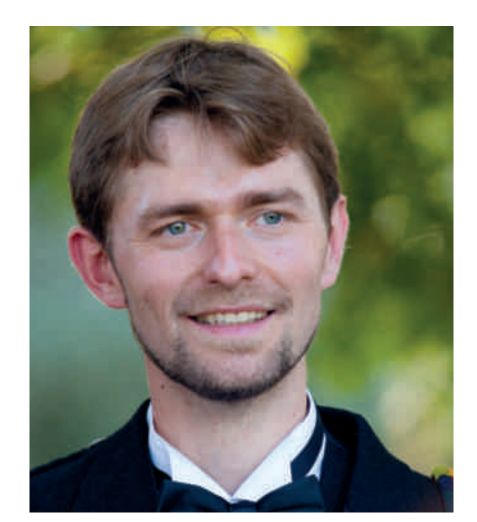
لم أحصل على قدر كبير من التدريب البحثي. وأثناء محاولتي معرفة ما فعلته قبل ذلك بشهور، أدركت أنه ينبغي عليّ أن أكون أكثر تنظيمًا. وقد عثرت مصادفةً على تلميحات لإنشاء مفكرة إلكترونية، فأنشأتُ مفكرتي الخاصة في يناير 2010. كنت أريد أن أرى ما إذا كان بإمكانها مساعدتي على توعية الناس بعملي، أو التواصل بشكل أسرع مع الزملاء، أو جَعْل أبحاثي أكثر شفافية وأكثر قابلية لإعادة الإنتاج.

كم شخصًا اطلع على عملك؟

تستقبل مفكرتي نحو 60 ألف مشاهدة سنويًّا؛ أي نحو 150 مشاهدة يوميًّا، يقوم بها 50 زائرًا في العادة.

ما الذي تعلمتَه من التدوين في مفكرة؟

اكتشفتُ مجتمعًا على الإنترنت يتضمن إيكولوجيين، لم أكن أعرف بوجودهم. وشاركتُ في أعداد هائلة من التفاعلات المثمرة. وتلقيتُ ملاحظات تقييمية ثمينة، من ضمنها اقتراحات بشأن التعامل مع المشكلات الحاسوبية، كما شاركتُ ـ وما زلتُ أشارك ـ في أحاديث حول كيفية جعل النمذجة كبيرة الحجم أكثرَ قابلية لإعادة إنتاجها. لقد فوجئتُ بأنْ رأيتُ زملاء يحاكون نهجي، وكِدْتُ أشعر بالذعر عندما قام طلاب دراسات عليا آخرون ـ لم يسبق لي أبدًا التعرف إليهم ـ بإنشاء مفكرات مفتوحة. قلتُ في نفسي: «ما زالت هذه تجربة.. وآمل ألّا أكون مسؤولًا عن أي شيء»، سواء أكان نقدًا قاسيًا، أم سبقًا إلى نشر نتائج أعمالهم.



كيف كان رد فعل المشرفين على الرسالة والزملاء؟

رد فعله كان يغلب عليه في العادة التردد أكثر من التثبيط. ومن أكبر التحديات.. التعاملُ مع مخاوف تبادل البيانات.. فيجب أن نقرِّر ما إذا كان المتعاونون لا يجدون غضاضة في وضع عملهم في هذه البيئة. فإذا كان هناك شخص يجد غضاضة في ذلك، لكنه لم يَقُلْ صراحةً: لا تشارك في العمل؛ فلا بد أن أقرر ماذا أفعل.

هل كنتَ تخشى أن يسبقك أحدٌ إلى نشر أعمالك؟

هذا القلق موجود، بيد أنني لم أتعرض لمثل هذه الحالات. وفي اعتقادي أنه خوف مبالغ فيه، لا سيما إذا ما قورن بمخاطرة أن يكون المرء مجهولًا في مجاله. لقد ساعدتني مفكرتي على توسيع آفاقي في الإيكولوجيا والحوسبة. كان الناس على دراية بي، قبل أن يُنشر لي عمل، فكانت النتيجة ـ على سبيل المثال ـ أني تلقيتُ دعوات لتحكيم أبحاث علمية. في الحقيقة، كنتُ مترددًا في النشر، خشية أن يكون به أخطاء. كل خطأ ارتكبته أثناء دراستي للدكتوراة مسجَّل هناك، لكني إذا كنتُ أحاول حلّ خطأ ما، يمكنني بسهولة أن أُرِي الآخرين كل ما قمتُ به من عمل، والخطوات التي قمتُ بها كذلك؛ وأطلب منهم النصيحة. ■

أجرت الحوار: فيرجينيا جيوين

مهن علمية

تمويل
التغييرات في منح مؤسسة العلوم الوطنية

أدخلت المؤسسة الأمريكية الوطنية للعلوم تغييرات على بعض شروطها الخاصة بتقديم المنح اعتبارًا من 14 يناير الماضي. حيث يطلب القسم الخاص بملخص المشروع من المتقدم به استخدام صناديق نصية منفصلة لاستعراض المقترح ووصف القيمة الفكرية والآثار العريضة له. وسيؤدي تقديم هذه الأقسام في وثيقة واحدة إلى رفض الطلب. وتقول ماريا زخارياس المتحدثة باسم المؤسسة لقد أمضى المراجعون وقتًا طويلاً جدا في السابق لاستنباط مزايا المقترح وآثاره. ويجوز لمقدمي الطلب الآن تقديم قائمة من المنتجات البحثية مثل براءات الاختراع أو مجموعات البيانات أو البرامج وكذلك المطبوعات وهي ميزة للباحثين المبتدئين حسب قول زاخارياس. وتنبع التغييرات من مراجعة لجنة الإشراف التابعة للمؤسسة وتوجيه فيدرالي بإدراك الهيئة للأثر الأوسع للبحث الذي تدعمه.

مناصب
احترام أمناء المكتبات

ينبغي أن يوظّف العديد من أمناء المكتبات في الجامعات الأمريكية كأعضاء في هيئة التدريس، وفقًا للطرح الذي تقدمه جماعات تمثل الجامعات والكليات والمكتبات الأكاديمية وأساتذة الجامعات. وقد صدر بيان في 10 يناير تتزعمه الجمعية الأمريكية لأساتذة الجامعات في واشنطن العاصمة يشير إلى أن أمناء المكتبات يدعمون احتياجات الأبحاث ويسهمون في إشاعة الحرية الفكرية والأكاديمية ويقدمون يد العون للباحثين وينبغي أن يكون لهم الحق في الإسهام في سياسة الجامعة. وتقول ديانا وود المدرس المساعد وأمين المكتبة المرجعي في جامعة نيو هامبشاير بدورهام وعضو اللجنة المشتركة بشأن مشكلات المكتبات الجامعية التي صاغت البيان: «هناك نقص في الاعتراف بحقيقة ما يقوم به أمناء المكتبات».

رواتب
تراجع الرواتب الأكاديمية

يتقاضى العلماء في بداية مشوارهم المهني بوظائف الدوام الكامل في المؤسسات الأكاديمية بالولايات المتحدة راتبًا سنويًا يعادل 58.000 دولار أمريكي في المتوسط، وهو ما يقل عن نظرائهم في المجال أو المؤسسات غير الربحية أو الحكومة وفقًا لتقرير صادر من المؤسسة الأمريكية الوطنية للعلوم. بينما الرواتب بمجال الصناعة هي الأعلى: 100.000 دولار أمريكي في العام للمبتدئين و130.000 دولار أمريكي لمن أمضى 10 سنوات بعد حصوله على درجة الدكتوراة. في حين يتقاضى الأكاديميون الذين حصلوا على درجة الدكتوراة منذ عشرة أعوام أو أكثر متوسط أجر يبلغ 93.000 دولار أمريكي في العام. ويقول دانيل فولاي أخصائي الإحصاء بالمؤسسة الأمريكية الوطنية للعلوم في أرلينجتون بفرجينيا أن البيانات تبرز الحاجة إلى تدريب الباحثين على العمل خارج المؤسسات الأكاديمية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

القائمة المُختَصَرة

إدارة الوقت.

آدم كوتشارسكي

‹‹إنّ العمل الذي قمتم به هو الأفضل. إنه رائعٌ بالفعل›› هذا ما قاله هوجو فرايزر أثناء تقليبه لكومة الأوراق التي أمامه. وأردف قائلًا: ‹‹كلبان وقردٌ واحدٌ، إنّه شيء مذهلٌ!››

يتمتم بروفيسور ريد قائلًا: ‹‹إنّه شمبانزي!››

حدّق فرايزر في الورقة التي أمامه، ثم قال: ‹‹تمامًا.. أخبريني كيف حاله الآن يا جانيت؟››

أجابته د.كرانمر، وهي تتكئ على كرسيّها إلى الأمام: ‹‹إنّه نشيط جدًّا. لا تقلق.. كل شيءٍ مأخوذٌ بعين الاعتبار››

ثم التفت فرايزر نحو بروفيسور جارسيا، الذي كانت أصابعه الهَرِمَة منشغلةً بهاتفه، وسأله: ‹‹بابلو.. هل كل شيءٍ بقي ضمن النطاقات المحدّدة في هذه المرّة؟››

أومأ البروفيسور جارسيا برأسه، وقال: ‹‹كل شيء سار على ما يرام. لا حاجة إلى إعادة الاختبار الثاني››

عندها سأل ريد: ‹‹ما الذي حصل أثناء إجراء الاختبار الثاني؟››

فردّ فرايزر: ‹‹لقد توقّف تزويد الطاقة عن نصف مدينة لندن››

‹‹أيّ نصفٍ منهما؟››

‹‹النصف الجنوبيّ››

ضحك ريد بينه وبين نفسه: ‹‹حسنًا، هذه الأشياء تحدث دائمًا››

أزاح فرايزر الأوراق جانبًا، وقال: ‹‹أرجو أن تُخبِر المحافِظ بهذا الأمر››. وتابع كلامه قائلًا: ‹‹الآن، لدينا بعض الأمور التي نحتاج إلى مناقشتها معًا. في حديثي مع اللجنة.. قررنا وضع قائمة مختصرة بالأهداف المنشودة››

‹‹أهداف؟!››.. قالها جارسيا وهو يهزّ هاتفه، كما لو كان يهزّ حذاءه؛ ليتخلّص من الرمال العالقة به.

‹‹نعم، نحن بحاجة إلى خطة مدروسة لهذه التقنيَة.. فبالرغم من فعاليتها العالية في الكثير من الأوقات، إلا أنها قد لا تكون كذلك في مواقف أخرى. يمكننا إرسال كلب الصيد إلى (عصر النهضة)، أو الشمبانزي إلى (زمن موسيقى الجاز)، لكن عندما يصل الأمر إلى زمن رحيل الإنسان...، فعندئذٍ لا يمكننا حصر الاحتمالات، مثلما أقول لكم بالضبط!››

سأل ريد: ‹‹وماذا لديك في قائمتك تلك؟››

عندها قلب فرايزر دفتر ملاحظته مفتوحًا، وتلا عليهم: ‹‹أولًا: ‹‹التخلّص مِن آخِر الطغاة›››› ثمّ سكت قليلًا، وأردف قائلًا: ‹‹التخلص مِن الطغاة (السابقين). أعتقد أنّ عليّ أنْ أنطقها (السابقين)››

فسألته كرانمر: ‹‹أيٌّ منهم تحديدًا؟››

‹‹لم نقرر بعد. ربما جميعهم، أو العشرة الأوائل منهم›› كان يتحدث وهو ينقر بقلمه على دفتر ملاحظته، ثم أردف قائلًا: ‹‹هتلر! يبدو أنه الشخص المناسب للبدء من عنده››

قطّب جارسيا جبينه، واعترض قائلًا: ‹‹إنّ الوقت كالبساط المُزخرَف الدقيق.. علينا ألّا نتلِفه بسذاجة بسَحْبِنا لخيوطه الرقيقة››

نظر فرايزر إلى كانمر التي كانت تتجاهله، والتفت إلى جارسيا قائلاً: ‹‹لديَّ إحساسٌ يقول لي بأنّك لست فطِنًا يا بابلو››

تنّهد جارسيا، وهو يهزّ رأسه قائلًا: ‹‹أنت تتكلّم عن تغيير مجرى التاريخ، كما لو كان قائمةَ تَسَوُّقٍ، ونحن لا يمكننا اتخاذ مثل هذا القرار!››

قال فرايزر: ‹‹حسنًا›› وتابع: ‹‹ماذا عن وضع هتلر مع علامة استفهامٍ صغيرةٍ بين قوسين؟ يمكننا إضافة المزيد، ومناقشة ذلك لاحقًا. ثانيًا: الألغاز. هناك عدد من الأشياء التي يجب علينا اكتشاف مسبّباتها، وكشف الغموض المحيط بها››

عندها، طرحت كرانمر سؤالها: ‹‹وهل بإمكاننا معرفة ما حدث بالضبط لكِت مارلو؟››

أجاب فرايزر، الذي كان قلمه يتأرجح فوق الصفحة التي أمامه: ‹‹صديق شكسبير؟ انظري، أنا لست متاكدًا من أن اللجنة ستهتم بأمره. فماذا عن الآخرين كروسويل، أو حتى جون كينيدي؟››

قال ريد: ‹‹أو غرفة العنبر؟››

قاطعتهم كرانمر، مستفسِرةً: ‹‹ما هذه؟››

‹‹لقد كانت غرفةً كبيرةً مصنوعة من العنبر. وقد سُرِقت من روسيا في الأربعينات من القرن الماضي››

رفعت كرانمر حاجبيها، متسائلةً: ‹‹وهل تقدّر بالكثير؟››

‹‹رُبّما››

وسألته: ‹‹هل الموسيقار دوش من ضمن قائمتك يا هوجو؟››

أجابها: ‹‹إنّ بإمكان آلتِنَا هذه الحصول على الأرقام الفائزة في سحب اليانصيب››

دُهِش فرايزر، وقال: ‹‹ألا يبدو هذا بعض الشيء.....››

كرر: ‹‹بعض الشيء...››

‹‹ألا يبدو غير أخلاقي؟ أعتقد أنّ اللجنة ستنزعج من هذا الأمر››

‹‹أيّ لجنة؟››

‹‹لا أدري. افترضتُ أنّ لديك لجنة لهذا النوع من الموضوعات››

خلعت كرانمر نظّارتها، ووضعتها جانبًا، وقالت: ‹‹حتى لو قمنا بذلك، لن يتبقى معنا المزيد من حصيلة الأموال بعد الآن››

أومأ ريد برأسه، موافقًا لكلامها، وقال: ‹‹ولن تدفع رسوم الدراسة نفسها بنفسها››

‹‹أفهم ذلك..›› قالها فرايزر، وهو يخطط بقلمه بشكل عشوائي على دفتر ملاحظاته. ثم قال: ‹‹حسنًا، ماذا عن الآتي؟ ‹‹الفوز باليانصيب.. لكنْ بمبلغ بسيط››

قال ريد معلّقًا: ‹‹نحتاج على الأقل إلى خمس سنوات من الصعود على الأقل››

‹‹عظيم جدًّا›› قَلَبَ فرايزر الصفحة، وتابع قائلًا: ‹‹التالي لدينا هو (الإلهام). يأمل المديرون بأنْ نحصل على أفكار جديدة مستوحاة من مكان ما، أو من زمن ما. هل لديكم أيّ اقتراحات؟››

قالت كرانمر: ‹‹أودّ أن أقابل نيوتن›› وتابعت: ‹‹هذا حقًّا يلهمني››

وأضاف ريد: ‹‹ومقابلة مارلين مونرو›› وأردف مستفسرًا: ‹‹هل بإمكاننا المحاولة والتركيز على هذه الجزئية؟›› ثم تابع: ‹‹أعتقد أنها كانت في أوج شهرتها في عام 1955››

ثم مال بمقعده إلى الخلف، وقال: ‹‹ذا سيفِن يِيرز إتش ـ اسم فيلم رومانسي ـ يا له من...››

قاطعه فرايزر متذمرًا: ‹‹المستقبل!››.. ‹‹أرجوكم، ركزوا جيدًا على المستقبل. ماذا بإمكاننا أن نستعيد؟ وما هي التقنيات التي نحتاجها؟››

قال جارسيا: ‹‹ألسنا نخاطر بالمفارقات؟››

‹‹أنا أخشى أنْ..››

‹‹هذا حسنٌ. إنّ فريق المنطق يسير على هذا الدرب››

سأل ريد: ‹‹فريق المنطق؟››

‹‹إنّهم الشبان الموجودون في الدور الأسفل›› قالتها كرانمر، وهي تُشير إلى الأسفل، ثم تابعت: ‹‹الذين لديهم دُمية سيارة ديلورين على مكاتبهم››

ضحك ريد وقال: ‹‹اعتقدت أنّ هذه الدُمى تخصّ بعض الأطفال››

قال جارسيا: ‹‹إنّ الموضوع ليس بتلك البساطة›› وأردف قائلًا: ‹‹ليس بإمكان أحدٍ ما حقًّا رؤية كيف...››

قاطعه فرايزر: ‹‹إنهم يعلمون جيدًا مايقومون به›› وقال: ‹‹ثقوا بي، نحن بخير فيما يخص المفارقات››

وقالت كرانمر: ‹‹مادام ليس هناك مِن أحد ينتظر مولودًا››

‹‹ماذا؟››

‹‹أنت تعلم، كما في فيلم ـ ذي تيرمينيتر ـ أو ما اسميه بالرضّع الموقوتين››

‹‹اسمعيني جيدًا.. ليس هناك أحدٌ منّا ينتظر أيّ رضّع ‹‹موقوتين››››

‹‹...الرضّع الموقوتون. كفى الآن، هيا بنّا نركز على قطاع الأعمال. بقي لدينا تسعة أهداف أخرى، علينا إنهاؤها›› نظر فرايزر إلى هاتفه بسرعة، وهو جالسٌ فوق إحدى أكوام الورق. وقال: ‹‹إنّ الساعة تقارب الثالثة، ولديَّ اجتماع في تمام الساعة الرابعة. فهيّا بنا نتابع عملنا››

عندما أمسك بقلمه، بدأ هاتفه يرن. ردّ على هاتفه، وفي تلك الأثناء نثر تيارٌ من الهواء كومةً من الأوراق والوثائق على أرضيّة الغرفة. ‹‹أحقًّا ما تقول، هل أنت جادٌّ في كلامك؟›› سأل فرايزر مُحَدِّثَه عبر الهاتف، والأوراق المتناثرة هنا وهناك تحيط به. أشار لهم جميعًا بالابتعاد، وقد أصبح وجهه شاحبًا.

سألته كرانمر: ‹‹ما المشكلة؟››

توقّف فرايزر، وأجابها: ‹‹لقد سرق الشمبانزي الآلَة!!››

‹‹اعذرني.. ماذا قلت؟!››

‹‹لقد اختفى الشمبانزي، ومعه الآلة››

عَمَّ السكونُ الغرفةَ.

ثمّ علت نبرة فرايزر وهو يقول: ‹‹هيّا بنا جميعًا›› وضرب بكفيّه على الطاولة. ‹‹لا تجلسوا هكذا مكتوفي الأيدي! نحن بحاجة إلى استعادتها بأسرع وقت ممكن! فكروا جميعًا فيما يجب علينا فعله››

ابتسم جارسيا، وقال: ‹‹ضع ذلك في قائمتك!››. ■

آدم كوتشارسكي مقيِّم في لندن، حيث يقوم هناك بالأبحاث المتعلّقة بمجموع التأثيرات التي تقف وراء انتشار الأمراض.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث تنمو المعرفة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

www.kacst.edu.sa